



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO ETA BIOZIENTZIETAKO GOI  
MAILAKO ESKOLA TEKNIKO**

*Impactos biofísicos en los canales de distribución de un sistema  
agroalimentario local de base agroecológica (SALbA)*

presentado por

**Leyre Teré López**

*aurkeztua*

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Mención en Ingeniería del Medio Rural

Enero 2021



# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y BIOCENCIAS

Impactos biofísicos en los canales de distribución de un sistema  
agroalimentario local de base agroecológica (SALbA)

Trabajo de Fin de Grado presentado  
por Leyre Teré López al objeto de  
optar al título de Graduada en  
Ingeniería Agroalimentaria y del  
Medio Rural.

Dirigido por el Dr. Iñigo Arozarena  
Martincorena Titular del Departamento  
de Agronomía, Biotecnología y  
Alimentación.

Codirigido por la Dra. Gloria Isabel  
Guzmán Casado (Universidad Pablo  
Olavide, Sevilla) Investigadora del  
Laboratorio de Historia de los  
Agroecosistemas y socia fundadora de  
Alimentta.

Director del trabajo

Autora

Iñigo Arozarena Martincorena

Leyre Teré López



## **Agradecimientos**

Quiero expresar mis agradecimientos a la Fundación Daniel y Nina Carasso por haber financiado y hecho posible la realización de este trabajo y a Gloria Isabel Guzmán, profesora de la Universidad Pablo de Olavide por la dedicación, ayuda y disponibilidad mostrada en todo momento para sacar adelante el TFG.

Dar las gracias a la Asociación de Consumidores por su disposición y participación en este proyecto.

Quiero agradecer a Iñigo Arozarena el interés mostrado por la propuesta de Trabajo de Fin de Grado y a Alberto Enrique Martín por la confianza en mí que ha tenido en todo momento.

Por último, me gustaría dar las gracias a mi familia, por apoyarme y haberme dado la oportunidad de cursar esta carrera, la cual me ha permitido conocer a compañeros increíbles que han hecho de esta trayectoria una experiencia inolvidable.



## Resumen

El actual sistema agroalimentario globalizado (SAG) se enfrenta a una crisis estructural multifactorial, siendo cuestionado tanto por razones ambientales, como sociales, culturales, económicas y de seguridad alimentaria. En las últimas décadas han surgido, como respuesta, numerosas experiencias de construcción de Sistemas Agroalimentarios Locales de base Agroecológica (SALbA) que pretenden reducir los impactos negativos de los SAG. En este trabajo se analiza el funcionamiento de las cadenas de distribución de diferentes alimentos en un sistema agroalimentario local de base agroecológica de la Comunidad Foral de Navarra.

El estudio se centra en el análisis de los impactos biofísicos, más específicamente, en la energía consumida por el transporte, los envases y embalajes y el almacenamiento en cámaras frigoríficas de una serie de productos de la canasta básica española que han sido seleccionados para la realización del trabajo. También se recoge y analiza información sobre la merma de los alimentos desde la finca al punto de venta al público.

**Palabras clave:** *consumo energético, canales cortos de suministro, cambio climático, embalajes, almacenamiento, transporte*





## Abstract

The current globalized agri-food system (SAG) is facing a multifactorial structural crisis, being questioned for environmental, social, cultural, economic and food security reasons. As an answer, numerous experiences of the construction of Local Agri-Food Systems with an Agroecological base (SALbA) have arisen in the last decades with the aim to reduce the negative impacts of SAG. This paper analyzes the functioning of the distribution chains of different foods in a local agroecological-based agri-food system of the Foral Community of Navarra.

The study focuses on the analysis of the biophysical impacts, more specifically, on the energy consume linked to transport, packaging and storage in cold rooms of a series of products from the Spanish basic basket that have been selected for the realization of this paper. Information was also collected and analyzed about the food losses from the farm to the point of sale to the public.

**Keywords:** *energy consumption, short supply chains, climate change, packaging, storage, transport*



# Índice

1. Introducción .....	1
2. Hipótesis .....	2
3. Objetivos .....	2
3.1 Objetivo general .....	2
3.2 Objetivos específicos.....	2
4. Marco teórico .....	3
4.1 Sistema agroalimentario globalizado, consumo energético y GEI .....	3
4.2 Sistema agroalimentario local de base agroecológica .....	4
4.3 Asociación de consumidores .....	5
5. Método .....	6
5.1 Recopilación de datos.....	6
5.2 Conversión de datos a unidades de consumo energético .....	7
6. Resultados .....	8
6.1 Factores de conversión .....	8
6.2 Disponibilidad de alimentos y productos transformados .....	11
6.3 Consumo energético de la distribución de alimentos ecológicos en la experiencia analizada .....	15
6.3.1 Información general.....	15
6.3.2 Consumo energético vinculado al transporte .....	16
6.3.3 Consumo energético vinculado a envases y embalajes .....	17
6.3.4 Consumo energético vinculado al almacenamiento en cámaras frigoríficas .....	18
6.4 Desglose del consumo energético por grupo de alimentos .....	19
6.5 Gestión de residuos de envasado y embalaje .....	27
6.6 Pérdida de alimentos y destino .....	28
7. Discusión.....	30
7.1 Disponibilidad de alimentos y productos transformados .....	30
7.2 Transporte .....	32
7.3 Envasado y embalajes .....	35
7.4 Almacenamiento en cámaras frigoríficas.....	38
7.5 Merma y desperdicio de alimentos .....	39
7.6 Sugerencias de mejora.....	39
8. Conclusión .....	41
9. Bibliografía .....	43

## Índice de figuras

Figura 1. Puntos de recopilación de información .....	6
Figura 2. Distribución de los alimentos en función de los km recorridos hasta llegar al punto de venta.....	14
Figura 3. Consumo energético total por factor y producto estudiado (MJ kg <sup>-1</sup> producto).....	15
Figura 4. Consumo energético no renovable por factor y producto estudiado (MJ kg <sup>-1</sup> producto) .....	16
Figura 5. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del transporte .....	17
Figura 6. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del embalaje.....	18
Figura 7. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del almacenamiento en frío...	19
Figura 8. Energía total por kg de alimento en la fruta .....	20
Figura 9. Energía total por kg de alimento en hortalizas .....	21
Figura 10. Energía total por kg de alimento en huevos y carne .....	22
Figura 11. Energía total por kg de alimento en los frutos secos .....	23
Figura 12. Energía total por kg de alimento en las legumbres .....	23
Figura 13. Energía total por kg de alimento en los cereales y los transformados de trigo .....	24
Figura 14. Energía total por kg de alimento en embutidos .....	25
Figura 15. Energía total por kg de alimento en lácteos.....	25
Figura 16. Energía total por kg de alimento en transformados .....	26
Figura 17. Diferencia en el consumo energético según disponibilidad de alimento .....	32
Figura 18. Relación entre distancia recorrida y consumo energético en transporte .....	32

## Índice de tablas

Tabla 1. Conversores de energía total, no renovable y renovable en función del tipo de transporte (MJ kg <sup>-1</sup> de alimento) .....	9
Tabla 2. Conversores de energía total, no renovable y renovable en función del tipo de envase y embalaje (MJ kg <sup>-1</sup> de material utilizado en el envase).....	10
Tabla 3. Conversores de energía total, no renovable y renovable para almacenaje en cámara frigorífica (MJ kg <sup>-1</sup> de material utilizado en el envase) .....	11
Tabla 4. Disponibilidad de alimentos anual (en verde los meses que el producto está disponible) .....	12
Tabla 5. Resumen de recopilación de datos primarios.....	13
Tabla 6. Porcentaje de pérdidas en finca y punto de venta al público.....	28
Tabla 7. Gestión de los residuos según alimento .....	30

## Índice de anexos

Anexo 1. Información general sobre el punto de venta al público perteneciente a la asociación estudiada .....	46
Anexo 2. Cuestionario realizado a productores/as de la asociación, para etapa de Punto de Venta al Consumidor .....	47
Anexo 3. Cuestionario realizado en punto de almacenamiento previo al punto final .....	48
Anexo 4. Cuestionario correspondiente al punto de almacenamiento intermedio .....	50
Anexo 5. Finca de producción.....	52
Anexo 6. Respuestas a cuestionario sobre preguntas generales de la asociación .....	53

## 1. Introducción

El actual sistema agroalimentario está inmerso en una crisis estructural a causa del modelo de agricultura industrializado, la consideración de los alimentos como commodities y de la globalización del mercado alimentario. Este modelo presenta una elevadísima dependencia de los combustibles fósiles, cada vez más escasos, a lo largo de toda la cadena, contribuyendo fuertemente a la emisión de gases de efecto invernadero; a la vez que es un sector muy vulnerable ante el cambio climático, especialmente en la producción. Todo ello está motivando la necesidad de construir alternativas que sean sustentables y en la medida de lo posible, reviertan la crisis (González de Molina et al., 2017).

La estrategia ‘de la granja a la mesa’ recientemente publicada forma una parte esencial del Pacto Verde Europeo y es considerada como una de las vías para impulsar la transición a un sistema agroalimentario sostenible aportando beneficios ambientales, sanitarios, sociales y económicos. En éste se hace un especial énfasis en la importancia de abordar de una manera integral todo el sistema agroalimentario a la hora de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Comisión Europea, 2020).

Las actividades que engloban el sistema agroalimentario, como la producción, transformación, envasado, transporte y venta minorista de alimentos afectan notablemente a la contaminación del aire, el suelo y el agua, así como a las emisiones de efecto invernadero (GEI), todo ello derivando en importantes impactos en la biodiversidad. Uno de los objetivos que alberga la estrategia ‘de la granja a la mesa’ es contribuir a la reducción de la huella medioambiental y climática garantizando un impacto medioambiental neutro o positivo en todo lo que respecta a la cadena alimentaria, desde la producción hasta el consumo de alimentos.

Promover soluciones de envasado innovadoras y sostenibles que utilicen materiales respetuosos con el medio ambiente, reutilizables y reciclables y que favorezcan a la reducción del desperdicio de alimentos son objeto de estudio de la Comisión. Por otro lado, también se manifiesta la necesidad de aumentar la resiliencia de los sistemas agroalimentarios locales y regionales con la finalidad de crear cadenas de suministro más cortas, así como el fomento de la agricultura ecológica y un cambio en la dieta de las personas.

Son los SALbA los que amparan todos los conceptos recogidos en la estrategia prestada en el Pacto Verde Europeo sobre un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente.

## **2. Hipótesis**

Los Sistemas Agroalimentarios Locales de base Agroecológica (SALbA) son propuestos como alternativa al Sistema Agroalimentario Globalizado (SIG) por su mayor contribución a la sostenibilidad de la alimentación humana, debido, entre otras razones, al menor consumo de energía en la distribución de los alimentos desde el productor (a pie de finca) hasta el punto de venta al consumidor por unidad de alimento. Nuestra hipótesis es que efectivamente los SALbA son más eficientes energéticamente que el SAG a causa de la menor distancia kilométrica entre el punto de origen y el punto de venta al público; el menor requerimiento de almacenaje en frío, al potenciar el consumo de alimentos de temporada; y a la disminución de los materiales de embalaje. Sin embargo, otros aspectos como el tipo de transporte, el grado de temporalidad, la estrategia de acopio, el tipo de alimento y otros, pueden introducir notables diferencias entre productos.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Este trabajo busca cuantificar y analizar impactos biofísicos, en particular consumo de energía total y no renovable del envasado y embalaje, transporte y frío de la cadena de suministro de alimentos de la canasta básica española, comercializados en un Sistema Agroalimentario Local de base Agroecológica (SALbA).

### **3.2 Objetivos específicos**

1. Recopilar, procesar y analizar información sobre consumo energético y gestión de residuos generados en transporte, almacenamiento y comercialización de alimentos que conforman la canasta básica española de un sistema agroalimentario local de base agroecológica (SALbA) que es referencia en la Comunidad Foral de Navarra.
2. Realizar una breve comparativa en relación a otras asociaciones nacionales e internacionales con fines similares sobre indicadores relacionados a eficiencia energética y gestión de residuos de envasado y embalaje, en base a información secundaria.
3. Comparar con impactos biofísicos (eficiencia energética, gestión de residuos de envasado y embalaje) de cadenas convencionales de suministro alimentario, en base a información secundaria.

4. Proponer alternativas para la mejora de procesos logísticos para aumentar eficiencia energética y mejorar gestión de residuos, sujetas al contexto particular de la asociación para apoyar a sus socios en la toma de decisiones.
5. Generar un informe público con la finalidad de que otras asociaciones incipientes puedan acceder a datos de referencia en cuanto a los aspectos previamente mencionados.

## **4. Marco teórico**

### **4.1 Sistema agroalimentario globalizado, consumo energético y GEI**

El sistema agroalimentario español ha experimentado una transición profunda. A principios del siglo XX era la agricultura preindustrial la que alimentaba a una población reducida comparada con la actual, y cuya dieta estaba basada en productos vegetales, locales y poco procesados. El incremento de la población en más del doble (entre 1900 y 2010) se vio reflejado en un aumento en la producción y consumo de alimentos, así como en el incremento de las exportaciones, importaciones, consumo de energía y procesamiento de alimentos (Aguilera et al. 2020).

El mercado alimentario se ha globalizado, cada vez los alimentos viajan distancias más largas y la cantidad de energía que hay que invertir en el transporte, la logística y la conservación es mayor. La ineficiencia de todo el proceso de alimentación humana es un claro reflejo de su grado de insustentabilidad. (González de Molina et al., 2017)

La huella de carbono de la alimentación en España, partiendo de la producción de insumos hasta la gestión de residuos ha experimentado un incremento (del 1900 al 2010) de tal manera que su valor se ha multiplicado por 3,9 en términos totales, pasando de 1,5 a 3,6 toneladas de CO<sub>2</sub>e per cápita al año. Las emisiones GEI en la producción vegetal pasaron de 7 a 34 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub>e y en la producción ganadera de 8 a 75 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub>e. Existe una creciente necesidad de implementar estrategias de reducción de emisiones más allá de la producción, alcanzando otros ámbitos del sistema agroalimentario como el procesado, la distribución, el consumo y la gestión de residuos (Aguilera et al., 2020).

Las etapas de la cadena agroalimentaria que son posteriores a la producción agropecuaria se han visto incrementadas del 18% al 43% en términos de emisiones de GEI, siendo protagonistas factores como el transporte y la gestión de residuos. (Aguilera et al., 2020). El transporte, procesamiento, embalaje y la venta en los comercios es responsable de 59,2% de los gastos en energía primaria del sistema agroalimentario español, siendo el transporte causante de casi el 25% (Infante et al., 2014).

La contribución que tiene el transporte en términos de consumo energético en las cadenas de distribución es muy significativa y variable en función de las distancias recorridas, tipo de vehículo y carga (Aguilera et al., 2015; Domouso, 2018; Mundler &

Rumpus, 2012; Perez-Neira et al., 2018; Spielmann et al., 2017; Van Hauwermeiren et al., 2007). Por otro lado, diversos estudios analizan y discuten los sistemas de envasado y embalaje para varios alimentos haciendo uso del análisis del ciclo de vida y los diferentes impactos que pueden ocasionar. Las cajas de plástico, madera y cartón, así como los envases PET y las botellas de vidrio son focos de estudio que deben ser valorados en los impactos ambientales que tienen lugar en las cadenas de distribución para así poder identificar los potenciales de optimización. (Albrecht et al., 2013; Aranda et al., 2005; Brandt & Pilz, 2011; Gazulla et al., 2010; Navarro et al., 2018)

## **4.2 Sistema agroalimentario local de base agroecológica**

La comida local está generando crecientemente mucho interés entre los consumidores, ya que ven este tipo de sistema con cierta confianza, ello se debe a la calidad y transparencia que presenta. La trazabilidad de los productos en las cadenas de suministro se ve reflejada en la interacción directa entre productores y consumidores (Nordmark, 2015). La globalización, el envejecimiento de la población de consumidores, la preocupación por el medio ambiente, el consumo de combustible debido a las largas distancias del transporte y la seguridad alimentaria, son varios de los factores responsables de la creciente demanda de productos locales.

Un estudio que aborda la evaluación de la distribución local de alimentos realizado en Suecia (Nordmark, 2015) muestra que un corto trayecto de la comida hasta el cliente no significa necesariamente que pueda considerarse mejor desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, conceptos como transparencia y trazabilidad, ya mencionados, dotan a este tipo de cadenas de cierta ventaja respecto a sistemas de escala global, existiendo cierto margen de optimización. La sostenibilidad de las cadenas de suministro debe afrontarse desde un enfoque global, que englobe toda la cadena, y así evitar suboptimizar partes de ella, llevando a cabo una fragmentación.

Los sistemas agroalimentarios locales de base agroecológica son sistemas alternativos al SAG que pretenden crear y consolidar un nuevo régimen alimentario sustentado en la fuerza de los movimientos sociales y en su viabilidad económica. Sus bases se encuentran en la búsqueda de sinergias a la hora de producir, distribuir y consumir entre las diferentes experiencias agroecológicas. (González de Molina et al., 2017)

En los SALbA se identifica una doble estrategia de cooperación, por un lado, la denominada *upstream*, cuyo fin es buscar conexiones entre producciones de tal manera que se cierren los ciclos de nutrientes y se disminuya la importación de energía externa, y, por otro lado, se encuentra la estrategia *downstream*, la cual abarca la extensión y consolidación de los canales de distribución y comercialización más cortos y sostenibles.

La orientación local que tiene este tipo de sistemas facilita el cambio de las pautas de consumo en las que se apoya el actual régimen alimentario. El enraizamiento en la



tradición alimentaria es el motor de la transición hacia una dieta más saludable con menos comida procesada y menos proteínas de origen animal dando lugar a una dieta cuyas bases fomenten el consumo en fresco y de productos de temporada en lugar de alimentos transformados, de orígenes lejanos y de coste energético demasiado alto.

La agricultura ecológica tiene un papel protagonista en los SALbA ya que consume aproximadamente un 42,5% menos de energía no renovable por kilogramo que los métodos convencionales (Pérez-Neira et al., 2018).

Según el avance de datos provisionales de producción ecológica del 2019 en España, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación informó de que la producción ecológica en España ha crecido un 4,8 % frente al 2018, dando lugar a que la extensión de producción ecológica alcance el 9,3 % de la superficie agraria útil. España se mantiene como el primer productor de la Unión Europea por superficie y cuarto del mundo, lo que impulsa positivamente el desarrollo de los SALbA.

#### **4.3 Asociación de consumidores**

La asociación de consumidores de estudio cuenta con casi 30 años de recorrido y actualmente son 4.500 socios los que se abastecen de sus productos ecológicos certificados.

Surgió por iniciativa de un pequeño grupo de personas que se vieron interesadas por una alimentación sana y presentaron cierta preocupación por su entorno. Hoy en día cuentan con dos tiendas situadas en el núcleo urbano.

El continuo crecimiento de la asociación hace que en estos momentos se puedan encontrar alrededor de 3000 referencias de productos ecológicos. Priorizan la compra de productores locales estableciendo una relación directa entre productor y consumidor que permita valorizar justamente los productos comercializados y constituir vínculos mutuamente beneficiosos.

La asociación es dirigida por una junta de 10 personas elegida en asamblea en la que cuentan con un cuerpo profesional y representantes de los trabajadores realizando asambleas de socios, mínimo, una vez al año.

Los asociados cuentan con calendarios a su disposición donde se les facilita información sobre la disponibilidad semanal de los productos frescos (leche, carne, pan y lácteos). La oferta de productos respeta la temporalidad a excepción de aquellos cuya demanda es notablemente mayor, en esos casos, el suministro es anual.

## 5. Método

Para la realización de este trabajo ha sido necesario seleccionar un comercio de la Comunidad Foral de Navarra que reuniera las características de un sistema alimentario local de base agroecológica (SALbA) y que contara con una trayectoria sólida y consolidada.

El primero de los pasos metodológicos se centra en la determinación de los límites del sistema estudiado, el inicio y el fin de la cadena para cada producto, con el fin de obtener posteriormente información útil del proceso logístico de la finca al punto de venta al público (PVP) (Figura 1).

El siguiente paso consiste en la obtención de la información primaria. Se ha realizado mediante cuestionarios a todos los responsables de los puntos de interés de la cadena de suministro, comenzando con el punto de venta al público, y terminando por la finca o lugar de producción, considerando todos los almacenamientos intermedios que pueda requerir dicho producto.



*Figura 1. Puntos de recopilación de información*

La encuesta se centró, además de la identificación de la ruta desde finca al punto de venta, en obtener información útil para la cuantificación energética, como tipo de transporte, embalaje y almacenamiento, así como en cantidad de mercancía por envío, porcentaje de producto que no puede ser comercializable y gestión de los residuos (ver anexos 1,2,3 y 4).

La última etapa tuvo como fin realizar las conversiones necesarias de todos los datos obtenidos para cada alimento en energía, con el fin de comparar la estrategia de suministro para los diferentes productos analizados y con otras experiencias.

### 5.1 Recopilación de datos

Como se ha mencionado anteriormente, el análisis de los impactos biofísicos tiene el inicio en la salida de finca y, el final, en el punto de venta al público, en este caso, una asociación de consumidores. En los cuestionarios realizados se recopiló, por tanto, información de parte del ciclo vida de los productos en estudio. No se considera la energía invertida en la producción del alimento, ni tampoco la que realiza el consumidor desde

que adquiere el alimento en el PVP. Tampoco la que es consumida durante el proceso de elaboración industrial, en el caso de los alimentos transformados. Este último proceso no presenta a día de hoy grandes diferencias entre la agroindustria convencional versus ecológica. Por otro lado, excedería claramente lo que es posible abordar en un TFG.

El estudio cuenta con 35 productos de origen ecológico que han sido clasificados en diferentes grupos: frutas, hortalizas, huevos, carne, legumbres, cereales, embutidos, lácteos y otros transformados. Se trata de alimentos que han sido seleccionados por ser de amplio consumo en la dieta española y por representar distintos orígenes productivos (vegetal/animal) y distintos formatos de consumo y envasado en el PVP (en fresco/procesado a granel/envasados).

La información se recopiló vía telefónica hablando con todos los proveedores y almacenes intermedios que intervienen en la cadena de suministro a dicha asociación. Los cuestionarios pudieron hacerse presencialmente en el PVP mediante entrevistas con la encargada de la tienda y socios.

La recogida de la información se realizó aguas arriba. Esto es, se inició la recopilación de información en el PVP, enfocando las preguntas a términos de almacenaje, cámaras de frío, potencia y uso, así como la gestión de los envases y la merma de los productos seleccionados. De cada uno de estos productos, se obtuvo información sobre los proveedores (datos de contacto, localización, etc.) para posteriormente encuestarlos.

La segunda y tercera etapa, aguas arriba, (Figura 1) estuvieron dedicadas al almacenamiento. El cuestionario recogía preguntas enfocadas al volumen de mercancía transportada, proveedores que abastecen a este punto de dicho producto y la infraestructura de almacenamiento, situada o no, a pie de finca. (Ver Anexos 2 y 3)

En último lugar, en la etapa de finca se empleó un cuestionario con preguntas muy similares a los anteriores puntos de la cadena ya mencionados, pero con preguntas más específicas de mermas de producción y gestión en el campo.

La información obtenida a través de los cuestionarios en los cuatro puntos clave fue recogida en un Excel para su procesamiento y análisis.

## **5.2 Conversión de datos a unidades de consumo energético**

Con el fin de obtener unidades comparables de eficiencia energética la información recopilada fue procesada mediante factores de conversión obtenidos del software ECOINVENT ([www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org), Suiza) dando lugar al coste energético asociado a estos productos desde el lugar de producción al punto de venta al público. También se ha calculado el coste energético asociado a los embalajes y envases de dichos productos y al tiempo que están sometidos a un almacenamiento con frío. Los resultados están presentados en megajulios por kilogramo de producto.

Ecoinvent es una base de datos con experiencia en el desarrollo de la metodología del análisis del ciclo de vida (LCA, en inglés) y la recopilación del inventario del ciclo de vida para diferentes sectores industriales. Cuenta con conjuntos de datos de muchas áreas, como suministro de energía, agricultura, transporte, biocombustibles y biomateriales.

La base de datos utiliza estudios ambientales que incluyen la evaluación del ciclo de vida, la declaración de productos ambientales, el diseño de huella ambiental o de carbono a diferentes niveles de detalle.

## **6. Resultados**

### **6.1 Factores de conversión**

Los resultados obtenidos a través del software Ecoinvent se centran en tres procesos: transporte, envase y embalaje y almacenamiento con frío de cada uno de los alimentos. Para cada proceso se ha obtenido el convertidor de consumo energético no renovable, renovable y total por kilogramo de alimento (en el caso de transporte y refrigeración) o por kilogramo de material utilizado (en el caso de envasado y embalaje). Los convertidores son función de las características del proceso: maquinaria empleada, tipo de energía y material utilizado, etc.

En relación con el transporte, los factores de conversión proporcionados por la base de datos en combinación de los kilómetros recorridos y el tipo de vehículo darán lugar al consumo energético total de cada uno de los alimentos.

La proporción de energía consumida no renovable varía en función del tipo de transporte utilizado (Tabla 1). Los factores de conversión de energía total y energía no renovable representados en  $\text{MJ km}^{-1} \text{ kg}^{-1}$  son mayores en aquellos transportes con refrigeración.

Además, existe una clara tendencia al alza en aquellos transportes cuya capacidad de carga es menor. Es decir, el medio de transporte con refrigeración y relativamente pequeño es el escenario más desfavorable. Medios de transporte como el barco o camiones sin refrigeración de 16-32 toneladas proporcionan los convertidores con valores más bajos

En la Tabla 1 se puede observar cómo los coeficientes de energía total y energía no renovable varían muy poco en transportes como el camión y presentan un cambio mayor en furgonetas y coches, alcanzando  $0,0007 \text{ MJ km}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

*Tabla 1. Conversores de energía total, no renovable y renovable en función del tipo de transporte (MJ kg<sup>-1</sup> de alimento)*

	<b>Energía total</b>	<b>Energía no renovable</b>	<b>Energía renovable</b>
<b>Unidades de medida</b>	MJ km <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>	MJ km <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>	MJ km <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>
<b>Camión 16-32t sin refrigeración</b>	0,0027	0,0027	0
<b>Camión 7,5-16 t sin refrigeración</b>	0,0035	0,0034	0,0001
<b>Camión 7,5-16 t con refrigeración</b>	0,0041	0,004	0,0001
<b>Camión 3,5-7 t sin refrigeración</b>	0,0082	0,0081	0,0001
<b>Camión 3,5-7 t con refrigeración</b>	0,0096	0,0095	0,0001
<b>Furgoneta sin refrigeración</b>	0,0306	0,03	0,0006
<b>Furgoneta con refrigeración</b>	0,036	0,0353	0,0007
<b>Coche grande gasoil</b>	0,0326	0,0319	0,0006
<b>Coche grande gasolina</b>	0,0353	0,0346	0,0007
<b>Barco</b>	0,00024	0,00024	0

El estudio de la energía consumida por el envasado y embalajes refleja una variación considerable en función del material predominante a lo largo de la cadena, desde finca hasta el punto de venta al público (Tabla 2). En el caso de existir más de un tipo de envase o embalaje, el resultado será el sumatorio del consumo energético de todos los elementos que participen en el proceso de comercialización del producto excluyendo del análisis el uso de palets.

*Tabla 2. Conversores de energía total, no renovable y renovable en función del tipo de envase y embalaje (MJ kg<sup>-1</sup> de material utilizado en el envase)*

	<b>Energía total</b>	<b>Energía no renovable</b>	<b>Energía renovable</b>
<b>Unidades de medida</b>	MJ kg <sup>-1</sup>	MJ kg <sup>-1</sup>	MJ kg <sup>-1</sup>
<b>Malla/rafia</b>	85,1	83	2,1
<b>Bolsas de papel</b>	57,7	16,7	41
<b>Cartón (huevera)</b>	42,6	14,7	27,9
<b>Bag in box 5l</b>	1,4	1,23	0,2
<b>Bolsa plástica</b>	93	89,4	3,6
<b>Plástico para envase al vacío</b>	90,7	90,2	0,5
<b>Vidrio</b>	16,9	15,2	1,7
<b>Lata</b>	21,6	20,9	0,7
<b>Tetrabrick</b>	82,1	34,6	47,5
<b>Envase plástico (yogurt, queso...)</b>	102,5	100	2,5
<b>Envase PVC</b>	86,8	83,8	3
<b>Envase PET tipo botella (aceite, leche...)</b>	109,8	105,2	4,6
<b>Caja de madera</b>	14,7	2,9	11,8
<b>Caja de cartón</b>	42,6	14,7	27,9
<b>Caja de plástico (tipo cunera)</b>	290	280	10
<b>Caja de plástico reusadas 100 veces (tipo cunera)</b>	2,9	2,8	0,1

Los valores más elevados se encuentran en envases con alta carga plástica como pueden ser PET, envases de yogures, queso y cajas de plástico no reutilizadas seguido de bolsas de plástico y envases PVC. Este tipo de materiales presentan un alto porcentaje de energía no renovable, superior al 96 % de la energía total. No obstante, hay dos factores que pueden afectar la contribución final del envasado por kilogramo de alimento. Por un lado, el propio peso del envase. Por ejemplo, el convertidor del vidrio por kilogramo es inferior al del plástico, sin embargo, el envase de vidrio pesa más que el del plástico por kilogramo de alimento envasado. Por otro lado, hay embalajes que son reusados habitualmente, lo que disminuye su impacto final por unidad de alimento. Es el caso de las cajas cuneras (Tabla 2)

Por otro lado, cabe destacar que las bolsas de papel, el tetrabrik y las cajas de cartón dan lugar a los valores de energía renovable más altos, llegando a representar, el 71 %, 58 %, 66 % de la energía total respectivamente.

Por último, los datos del almacenaje en frío de los productos mediante cámaras frigoríficas dan lugar a los factores de conversión mostrados en la Tabla 3.

*Tabla 3. Conversores de energía total, no renovable y renovable para almacenaje en cámara frigorífica (MJ kg<sup>-1</sup> de material utilizado en el envase)*

<b>Energía total</b>	<b>Energía no renovable</b>	<b>Energía renovable</b>
MJ kg <sup>-1</sup> alimento año <sup>-1</sup>	MJ kg <sup>-1</sup> alimento año <sup>-1</sup>	MJ kg <sup>-1</sup> alimento año <sup>-1</sup>
36,7	36,3	0,4

## 6.2 Disponibilidad de alimentos y productos transformados

En este apartado se presentan los resultados recopilados tras el procesamiento de la información recogida en los cuestionarios.

En primer lugar, en la Tabla 4 se muestra la disponibilidad de alimentos y productos transformados a lo largo del año en la asociación de estudio.

La tabla cuenta con alimentos de disponibilidad estacional, como frutas y hortalizas y productos cuya disponibilidad es anual, este es el caso de las legumbres, cereales, lácteos y otros productos transformados.

Tabla 4. Disponibilidad de alimentos anual (en verde los meses que el producto está disponible)

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1 Naranja												
2 Naranja												
1 Manzana												
2 Manzana												
Plátano												
1 Tomate												
2 Tomate												
3 Tomate												
1 Patata												
2 Patata												
1 Cebolla												
2 Cebolla												
1 Coliflor												
2 Coliflor												
Huevos												
Pollo												
Ternera												
Almendras												
Garbanzos crudos												
Lentejas crudas												
Arroz crudo no integral												
Harina de trigo												
Pan trigo no integral "del día"												
Macarrones trigo no integrales												
Jamón cocido en lonchas												
Chorizo												
Leche semidesnatada vaca												
Yogur vaca												
Queso semicurado cabra												
Aceite de oliva virgen-extra												
Tomate frito												
Zumo de Melocotón												
Caldo de verduras												
Cerveza												
Vino tinto												



Los alimentos de disponibilidad estacional como la patata y el tomate se complementan con más de un proveedor para ofrecer una mayor oferta en tienda, para ello en primer lugar se hace uso de producto local de cercanía para después proveer desde zonas geográficas más lejanas.

A continuación, en la Tabla 5, se muestra parte de los datos recopilados en los cuestionarios de cada uno de los alimentos, proporcionando información del modo de transporte, distancia, tipo de envase y días de frío.

*Tabla 5. Resumen de recopilación de datos primarios*

		<b>Modo de transporte</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tipo de envase de producto en PVP</b>	<b>Días de frío</b>
<b>FRUTAS</b>	<b>1 Naranja</b>	Furgoneta	488	Granel	0
	<b>2 Naranja</b>	Camión	490	Granel	0
	<b>1 Manzana</b>	Camión	240	Granel	137
	<b>2 Manzana</b>	Furgoneta	18	Granel	0
	<b>Plátano</b>	Barco y camión	3287	Granel	0
<b>HORTALIZAS</b>	<b>1 Tomate</b>	Furgoneta	54	Granel	1
	<b>2 Tomate</b>	Furgoneta	108	Granel	1
	<b>3 Tomate</b>	Camión	1000	Granel	1
	<b>1 Patata</b>	Camión	1000	Granel	0
	<b>2 Patata</b>	Furgoneta	49	Granel	0
	<b>1 Cebolla</b>	Camión	1000	Granel	0
	<b>2 Cebolla</b>	Furgoneta	60	Granel	0
	<b>1 Coliflor</b>	Furgoneta	54	Granel	1
	<b>2 Coliflor</b>	Furgoneta	60	Granel	1
<b>HUEVOS</b>	<b>Huevos</b>	Furgoneta	30	Granel/Hueveras	0
<b>CARNE</b>	<b>Pollo</b>	Furgoneta	85	Envasado al vacío	6
	<b>Ternera</b>	Furgoneta	210	Envasado al vacío	17
<b>FRUTOS SECOS</b>	<b>Almendras</b>	Camión	307	Granel	0
<b>LEGUMBRE</b>	<b>Garbanzos crudos</b>	Camión	637	Granel	20
	<b>Lentejas crudas</b>	Camión	712	Granel	30
<b>CEREAL</b>	<b>Arroz crudo no integral</b>	Camión	513	Granel/plástico	0
	<b>Harina de trigo</b>	Furgoneta	26	Plástico	0
<b>TRANSFORMADOS TRIGO</b>	<b>Pan trigo no integral "del día"</b>	Furgoneta	24	Papel	0
	<b>Macarrones trigo no integrales</b>	Camión	408	Granel	0

Tabla 5. Resumen de recopilación de datos primarios (continuación)

		Modo de transporte	Distancia (km)	Tipo de envase de producto en PVP	Días de frío
<b>EMBUTIDOS</b>	<b>Jamón cocido en lonchas</b>	Camión	494	Plástico y cartón	25
	<b>Chorizo</b>	Furgoneta	100	Envase al vacío	37
<b>LÁCTEOS</b>	<b>Leche semidesnatada vaca</b>	Camión	363	Tetrabrik	0
	<b>Yogur vaca</b>	Furgoneta	40	Vidrio	17
	<b>Queso semicurado cabra</b>	Furgoneta	28	Envase al vacío	32
<b>OTROS TRANSFORMADOS</b>	<b>Aceite de oliva virgen-extra</b>	Furgoneta	111	Plástico y lata	0
	<b>Tomate frito</b>	Furgoneta	56	Vidrio	0
	<b>Zumo de Melocotón</b>	Camión	57	Vidrio	0
	<b>Caldo de verduras</b>	Camión	549	Tetrabrik	0
	<b>Cerveza</b>	Camión	121	Vidrio	0
	<b>Vino tinto</b>	Furgoneta	46	Bag in box	0

Las distancias en kilómetros que se encuentran en la Tabla 5 son representadas en una gráfica para contrastar mejor la información en términos de rangos y porcentajes.

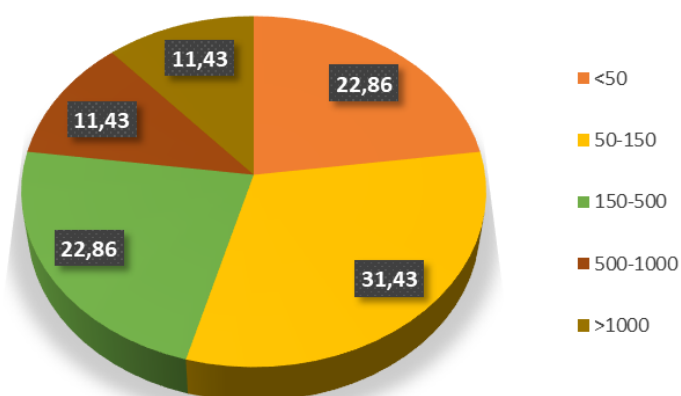


Figura 2. Distribución de los alimentos en función de los km recorridos hasta llegar al punto de venta

Tal y como se muestra en la Figura 2 no se aprecia ningún rango de distancias que predomine notablemente respecto a los demás. Es el intervalo de 50-150 km el que alberga un 31,43 % de los productos, tratándose del porcentaje mayor. Los productos que representan este sector son hortalizas como tomate, cebolla y coliflor, productos cárnicos como el pollo y transformados como cerveza, zumo de melocotón y tomate frito.

El grupo de alimentos que recorre menos de 50 kilómetros está protagonizado por alimentos frescos de la zona como frutas y hortalizas, huevos, harina, pan, productos lácteos y vino.

Los alimentos pertenecientes al intervalo de 500-1000 kilómetros están representado por legumbres y cereal fundamentalmente.

Por otro lado, solamente un 11,43 % de los alimentos procede de zonas geográficas ubicadas a más de 1000 km y está compuesto por cuatro productos, cebolla, tomate, patata y plátano de origen nacional.

### 6.3 Consumo energético de la distribución de alimentos ecológicos en la experiencia analizada

#### 6.3.1 Información general

Los valores de consumo energético de la distribución de alimentos ecológicos obtenidos se representan a continuación en dos gráficas de barras, la primera considerando la energía total y la segunda con la energía no renovable por unidad de producto.

Los valores energéticos que están representados en la Figura 3 informan de la energía que es necesaria para distribuir un kilo de producto en megajulios, es decir, MJ kg<sup>-1</sup> producto.

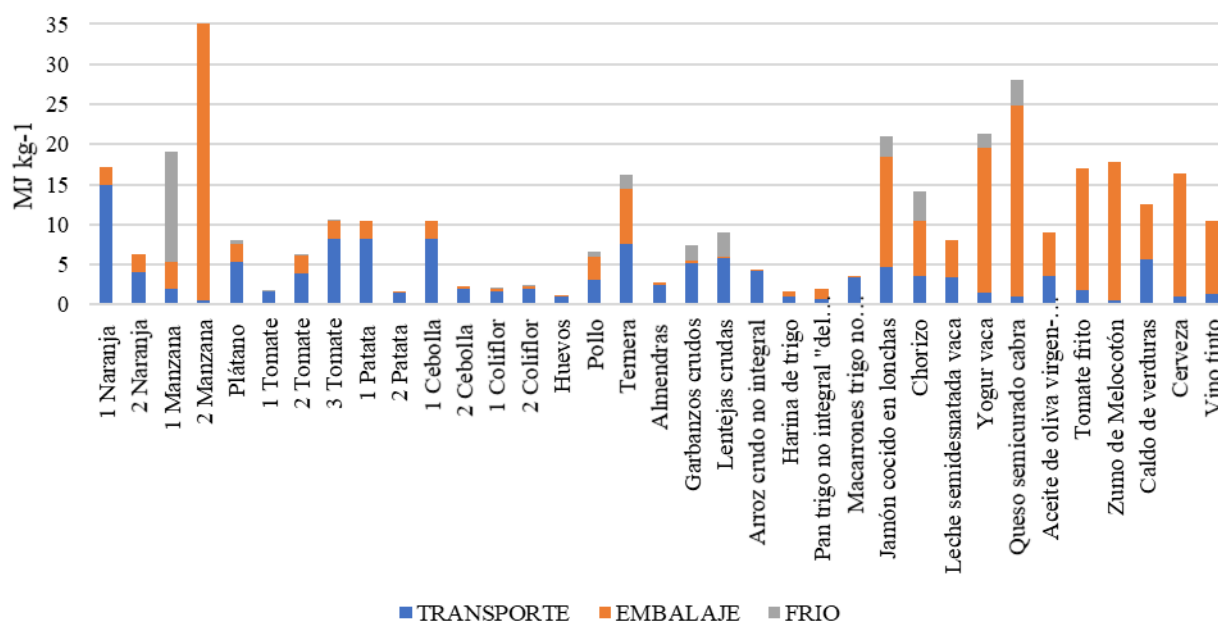


Figura 3. Consumo energético total por factor y producto estudiado (MJ kg<sup>-1</sup> producto)

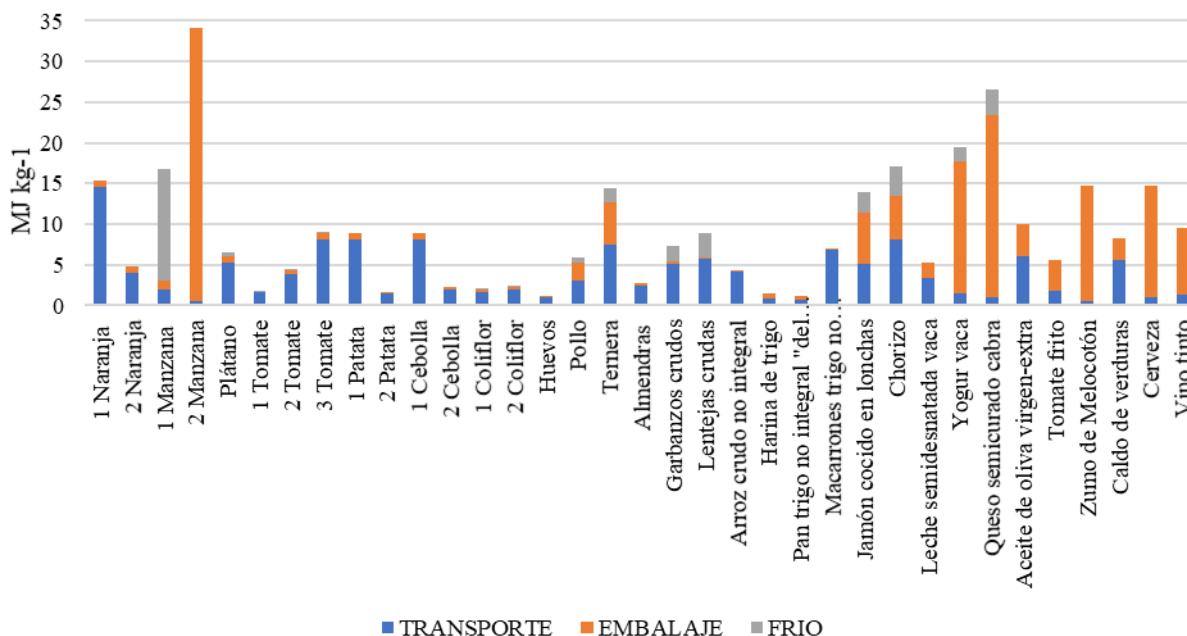


Figura 4. Consumo energético no renovable por factor y producto estudiado ( $\text{MJ kg}^{-1}\text{producto}$ )

La energía total está compuesta por tres factores de estudio, el transporte, el embalaje y el frío, se trata de etapas pertenecientes al ciclo de vida de los alimentos que van a ser analizadas más exhaustivamente a continuación

### 6.3.2 Consumo energético vinculado al transporte

La contribución al consumo energético que tiene el transporte es bastante considerable en varios de los productos estudiados. Debido a la tendencia presentada se pueden agrupar los resultados en 3 grupos, por un lado, aquel grupo cuyo consumo excede los  $10 \text{ MJ kg}^{-1}$ , un segundo grupo con aquellos productos con un consumo menor de  $10 \text{ MJ kg}^{-1}$  pero mayor de  $4 \text{ MJ kg}^{-1}$ , y un último grupo cuyo consumo de energía no supera los  $4 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

En el primer grupo únicamente se encuentra el producto denominado como 1 Naranja, se trata del valor de consumo más alto de todo el estudio relacionado con el transporte, alcanza  $14,94 \text{ MJ kg}^{-1}$ , esto se debe a la combinación del uso de un transporte cuya capacidad de carga no supera 3,5 toneladas y una distancia recorrida próxima a los 500 km.

En el segundo grupo se encuentran 11 de los 35 productos de estudio. 3 Tomate, 1 Patata y 1 Cebolla tienen valores energéticos iguales, alcanzando  $8,17 \text{ MJ kg}^{-1}$ , debido a que se trata del mismo proveedor, y por consecuencia, la distancia recorrida y el tipo de transporte, es igual. En este caso, es la distancia recorrida, y no el tipo de transporte el factor que se encarga de elevar el consumo de energía en el segundo grupo.

El grupo 3, aglutina aquellos productos que no alcanzan los 4 MJ kg<sup>-1</sup>. Está compuesto en gran parte por las hortalizas, productos lácteos, harina, pan y transformados como la cerveza, aceite y el vino. Todos ellos tienen en común el bajo kilometraje al tratarse de productos de cercanía a pesar de que el tipo de transporte no sea el óptimo energéticamente.

Por último, como muestra la figura 5, la energía empleada en el transporte es básicamente no renovable en la actualidad.

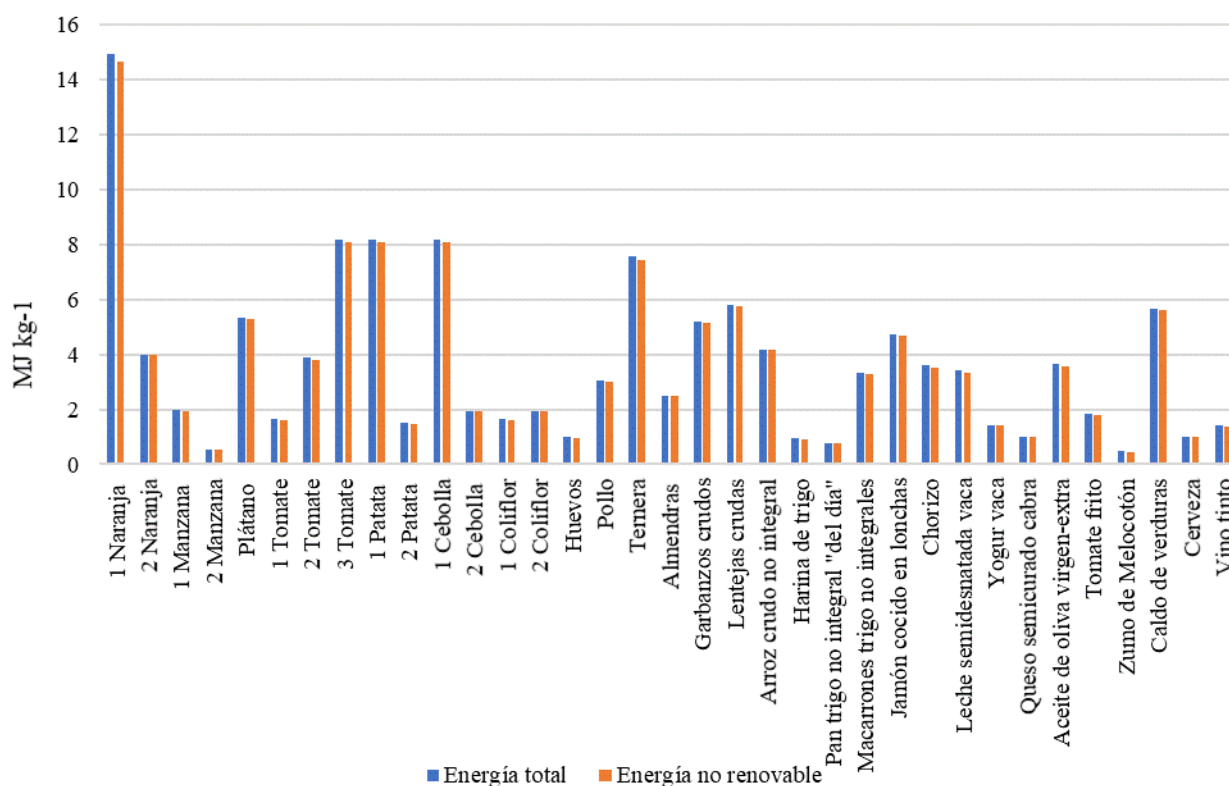


Figura 5. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del transporte

### 6.3.3 Consumo energético vinculado a envases y embalajes

El consumo de energía procedente del envasado y embalajes está compuesto por valores muy bajos, que no llegan a 5 MJ kg<sup>-1</sup> en la mayoría de las frutas, hortalizas, cereales y transformados de trigo, a excepción de un proveedor de fruta, 2 Manzana, el cual obtiene el mayor consumo energético del estudio alcanzando 34,8 MJ kg<sup>-1</sup> a causa del uso de cajas de plástico de 10 kg no reutilizables. Como muestra la Tabla 2, este tipo de embalaje tiene el consumo energético más alto de todos.

Valores superiores a 4 MJ kg<sup>-1</sup> se encuentran en su mayoría en productos lácteos, embutidos y otros transformados, los cuales utilizan más de 1 embalaje en la cadena hasta llegar al punto de venta.

En el caso del embalaje, el porcentaje de energía no renovable respecto al total es menor que en el transporte. Ello se debe fundamentalmente al origen orgánico de parte de los materiales de embalaje (cartón, madera, tetrabrik, etc.) y en menor medida a la energía invertida en el proceso de fabricación de los mismos.

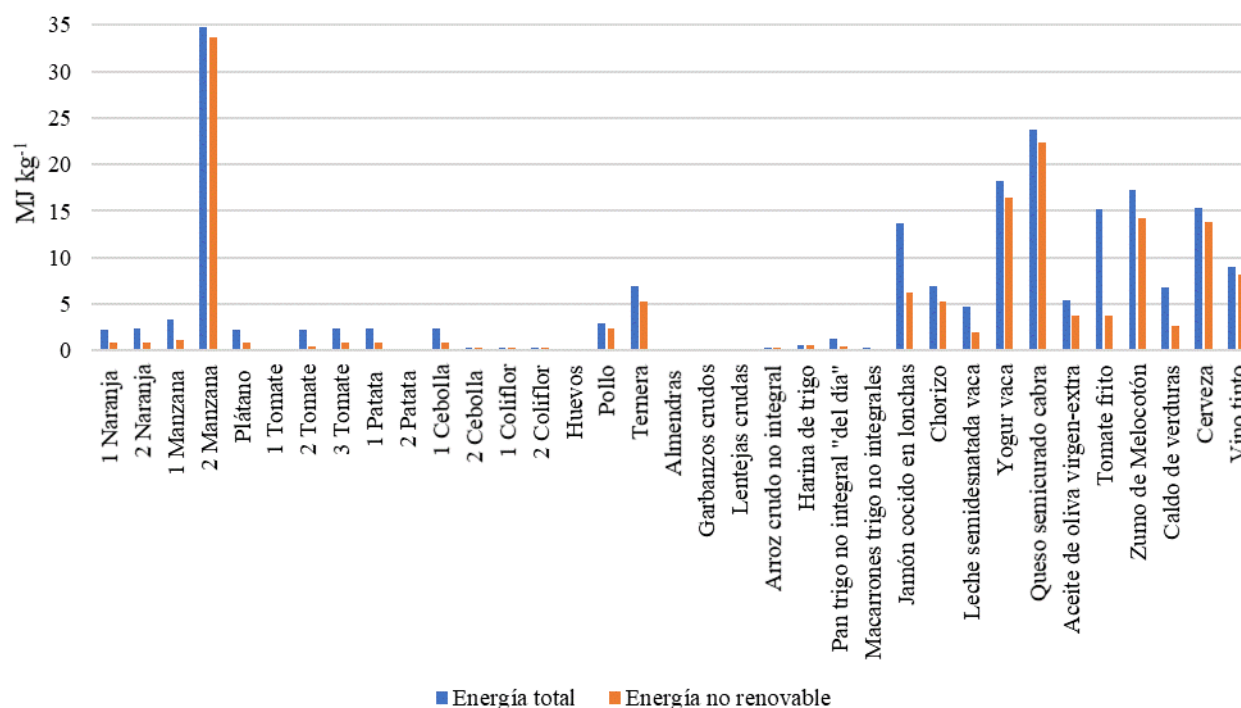


Figura 6. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del embalaje

### 6.3.4 Consumo energético vinculado al almacenamiento en cámaras frigoríficas

En cuanto a los resultados obtenidos de los días al año en los que los productos son sometidos a frío se ve claramente como más de la mitad de los productos de estudio no son sometidos a frío en ningún punto de la cadena de finca a punto de venta

La 1 Manzana presenta el consumo energético más elevado de todos los productos de estudio (13,76 MJ kg<sup>-1</sup>), esto se debe a que su almacenamiento en cámara frigorífica en el almacén puede oscilar de 0-9 meses antes de llegar al PVP.

Productos como el tomate y la coliflor dan lugar a valores de energía muy bajos ya que solamente son introducidos en cámaras frigoríficas en el punto de venta al público durante 1 día.

El plátano es otro de los productos cuya energía no supera los  $0,5 \text{ MJ kg}^{-1}$ , el motivo se debe a que solo permanece 3-4 en cámara frigorífica con gas para madurar y seguidamente se distribuye al punto de venta.

Productos que deben permanecer en cámaras frigoríficas hasta la venta, como es el caso de la carne, el embutido o productos lácteos contribuyen en mayor medida al consumo energético durante el almacenamiento.

Con relación al grupo de las legumbres, a pesar de tratarse de un alimento cuyo almacenaje, según los proveedores de estudio, no requiere de frío, es necesario someter a las lentejas y los garbanzos a  $-20^\circ \text{C}$  durante 30 y 20 días respectivamente para evitar la posterior proliferación de plagas. Todo ello se refleja en valores energéticos del orden de  $2-3 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

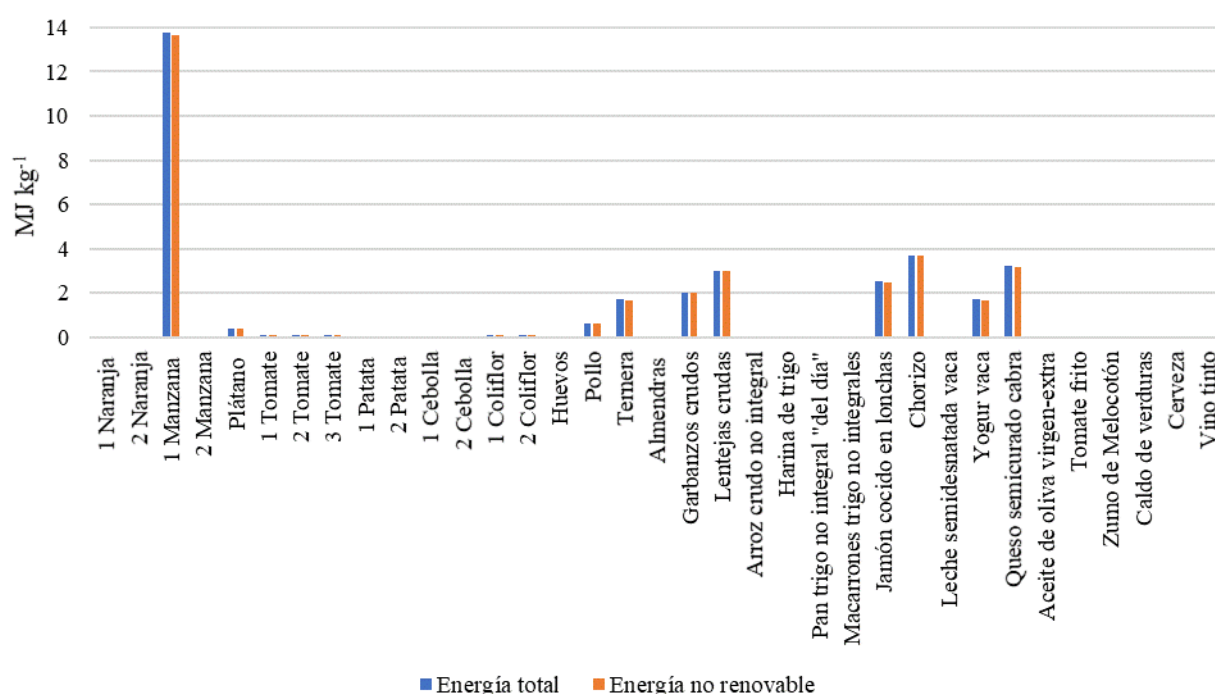


Figura 7. Consumo de energía renovable y no renovable a causa del almacenamiento en frío

#### 6.4 Desglose del consumo energético por grupo de alimentos

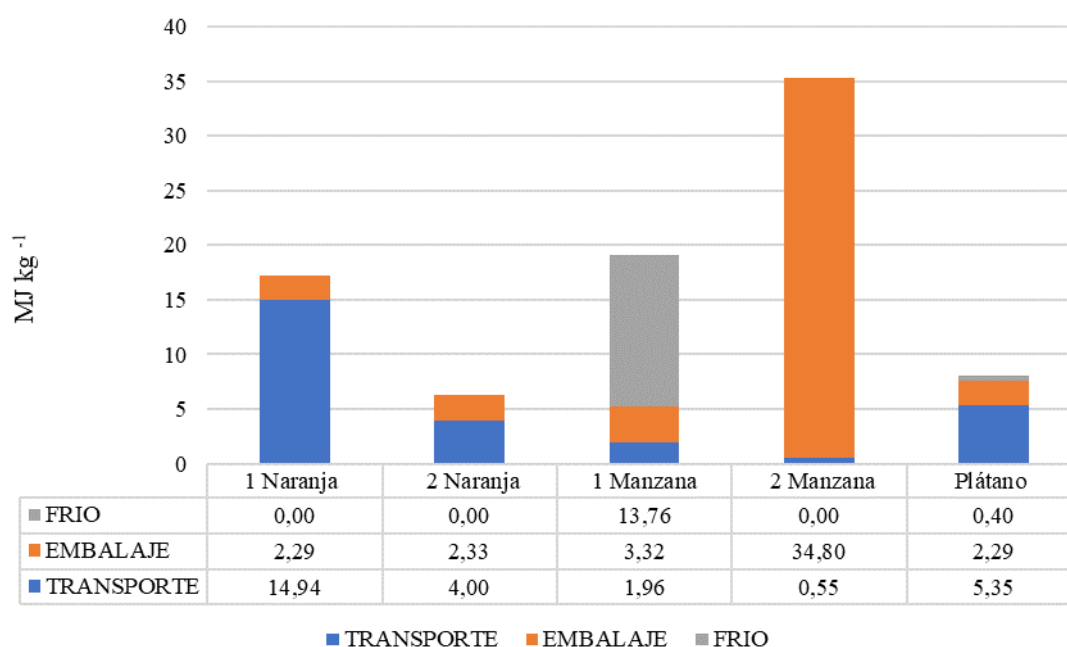
Una vez realizado un breve análisis de cuáles son los productos que consumen más y menos energía en términos de transporte, embalaje y frío es preciso examinar los productos integrando todas las causas de impacto con las que se está trabajando en este estudio.

Para mayor claridad y comprensión se han agrupado los productos en 9 grupos:

- Fruta
- Hortalizas
- Huevos y carne
- Frutos secos
- Legumbre
- Cereales y transformados de trigo
- Embutidos
- Lácteos
- Otros transformados

La energía total consumida en la fruta es inferior a 20 MJ kg<sup>-1</sup> en todos los productos menos en el proveedor 2 de manzana, que aumenta notablemente el consumo debido al sistema de embalaje que tiene establecido, se trata de cajas de plástico sin retorno.

Por otro lado, es en 1 Naranja donde se aprecia la mayor energía en transporte. 1 Naranja y 2 Naranja recorren distancias muy similares, sin embargo, que exista una diferencia tan grande, del orden de 10 MJ kg<sup>-1</sup>, se debe al tipo de transporte que se utiliza en cada envío de mercancía.



*Figura 8. Energía total por kg de alimento en la fruta*

Se trata de un claro ejemplo de cómo un transporte en camión de 3,5-7 toneladas (2 Naranja), frente a una furgoneta (1 Naranja), ambos sin refrigeración, supone un ahorro energético considerable.

En cuanto al frío, como se observa en la Figura 8, en este grupo de alimentos únicamente 1 Manzana presenta un almacenamiento de la mercancía en cámaras



frigoríficas en torno a 137 días, representando de esta manera la mayor fuente de consumo energético del producto.

El plátano es el producto que más kilómetros recorre de todos los analizados en el estudio, alcanza los 2800 km en barco y 487 km en camión. A pesar de recorrer una distancia considerable, el método de transporte utilizado limita la cantidad de energía invertida, dando lugar a un consumo de 5,35 MJ kg<sup>-1</sup>.

A diferencia del resto de frutas, cuya comercialización es directa productor-PVP, el plátano es el único que pasa por un almacén de acopio. En este almacenamiento previo al punto de venta se madura la fruta y se distribuye, no requiere de un almacenamiento para madurar y otro para distribuir, (el doble de almacenaje es habitual en el sector según nuestros informantes) lo que optimiza aún más el consumo energético del transporte en nuestro caso de estudio.

En este grupo de alimentos es el embalaje, en promedio, el que supone un mayor consumo de energía, siendo la media de 9 MJ kg<sup>-1</sup>, frente al promedio del transporte de 5,35 MJ kg<sup>-1</sup>.

El segundo grupo de análisis es el de las hortalizas, en la Figura 9 se puede observar claramente que el transporte es el factor de impacto predominante, y que más de la mitad de los productos no supera 1 MJ kg<sup>-1</sup> en embalaje.

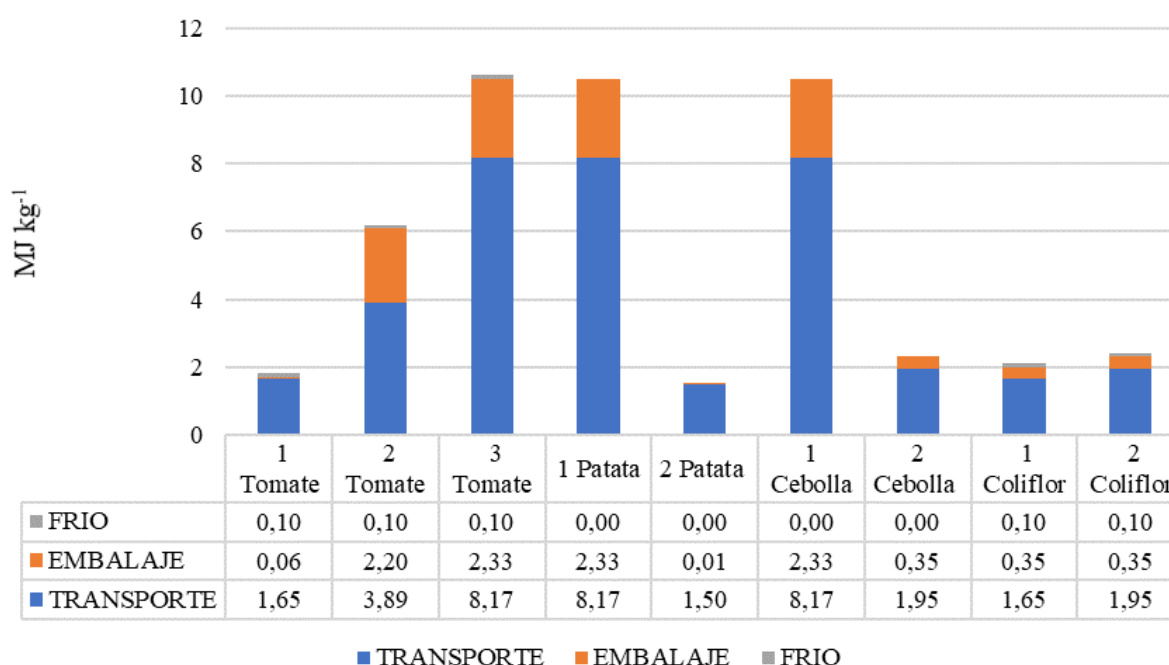


Figura 9. Energía total por kg de alimento en hortalizas

Los productos que alcanzan más de 10 MJ kg<sup>-1</sup> los hacen fundamentalmente por la distancia recorrida, es un claro ejemplo de que a pesar de utilizar el camión como medio de transporte, cuando el trayecto es largo, el resultado de consumo energético es notable.

También se aprecia como los tres productos mencionados anteriormente, procedentes del mismo proveedor, presentan un consumo en embalajes superior a los demás, esto se debe a que al tratarse de largas distancias no se practica un retorno de las cajas utilizadas en el transporte de la mercancía.

El consumo energético menor representado por el resto de los alimentos se caracteriza por tratarse de producción local y reutilizar el material de embalaje.

Es el transporte, en el grupo de las hortalizas, el protagonista de los impactos biofísicos, dando lugar a un promedio de  $4,12 \text{ MJ kg}^{-1}$  frente a  $1,1 \text{ MJ kg}^{-1}$  en embalaje y  $0,06 \text{ MJ kg}^{-1}$  en almacenamiento en frío.

El grupo de los huevos y la carne es liderado por la ternera alcanzando  $16,11 \text{ MJ kg}^{-1}$ . El tipo de vehículo utilizado por los dos proveedores de carne es una furgoneta refrigerada, el hecho de que el matadero más cercano a disposición del proveedor de ternera se encuentre más lejos que el del pollo, da lugar a una distancia recorrida mayor, y por consecuencia un mayor consumo energético en este producto.

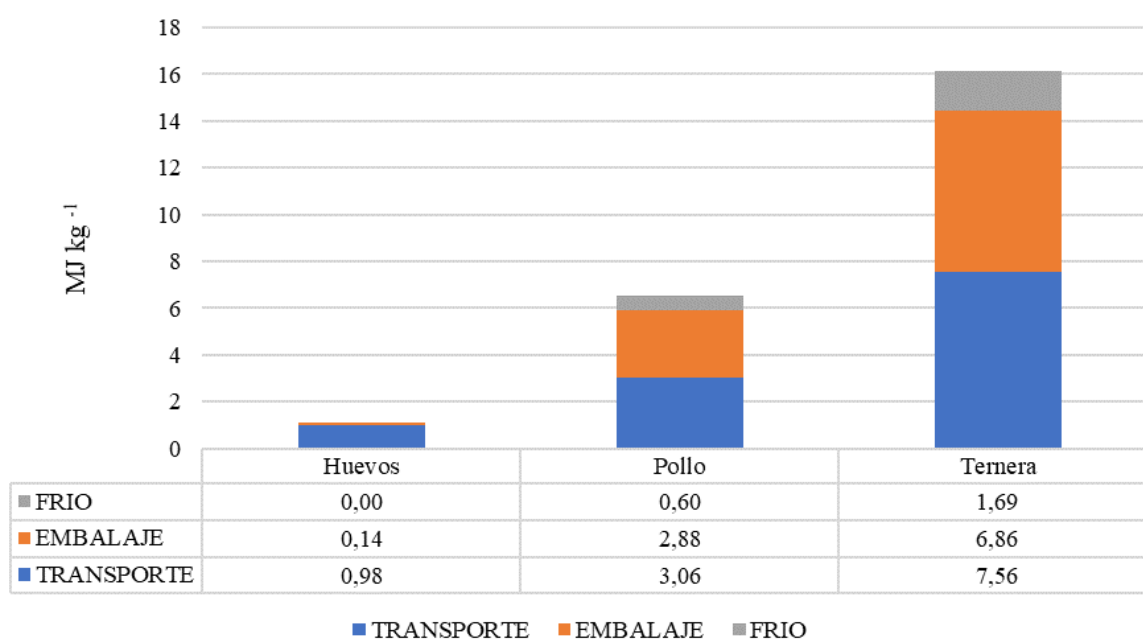


Figura 10. Energía total por kg de alimento en huevos y carne

Los huevos apenas generan impacto, la cercanía y el retorno de embalajes hacen que sea uno de los productos óptimos en términos energéticos en la distribución desde la explotación al punto de venta al público.

Dentro de los frutos secos, el alimento de estudio seleccionado ha sido la almendra. Es preciso señalar que el producto recorre 307 km para llegar al PVP y el camión como método de transporte aporta valores de consumo bastante más bajos en comparación con productos locales de la figura anterior, la principal diferencia reside en el tipo de transporte.

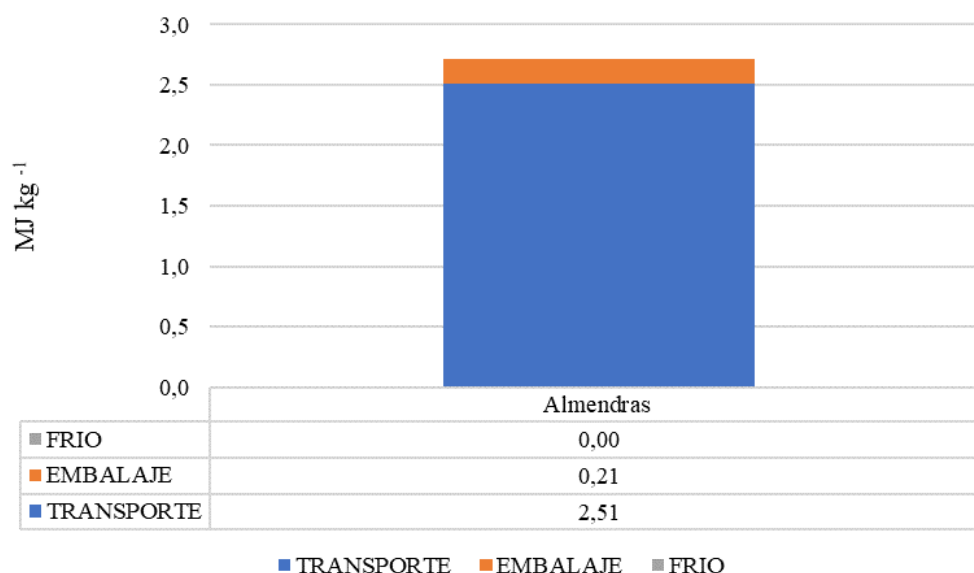


Figura 11. Energía total por kg de alimento en los frutos secos

En cuanto a las legumbres, los valores de consumo observados en la Figura 12 se pueden explicar de la siguiente forma, tanto los garbanzos como las lentejas son transportados a la limpiadora, y de ahí se dirigen a la congeladora, donde son almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 20-30 días, lo cual justifica en consumo energético por frío. De la congeladora estos productos son envasados y almacenados por el propio proveedor y posteriormente distribuidos a los clientes, de esta manera los kilómetros resultantes son mayores.

Un gran volumen de producto por embalaje (25 kg/embalaje) disminuye considerablemente este tipo de impacto en productos como los garbanzos o las lentejas.

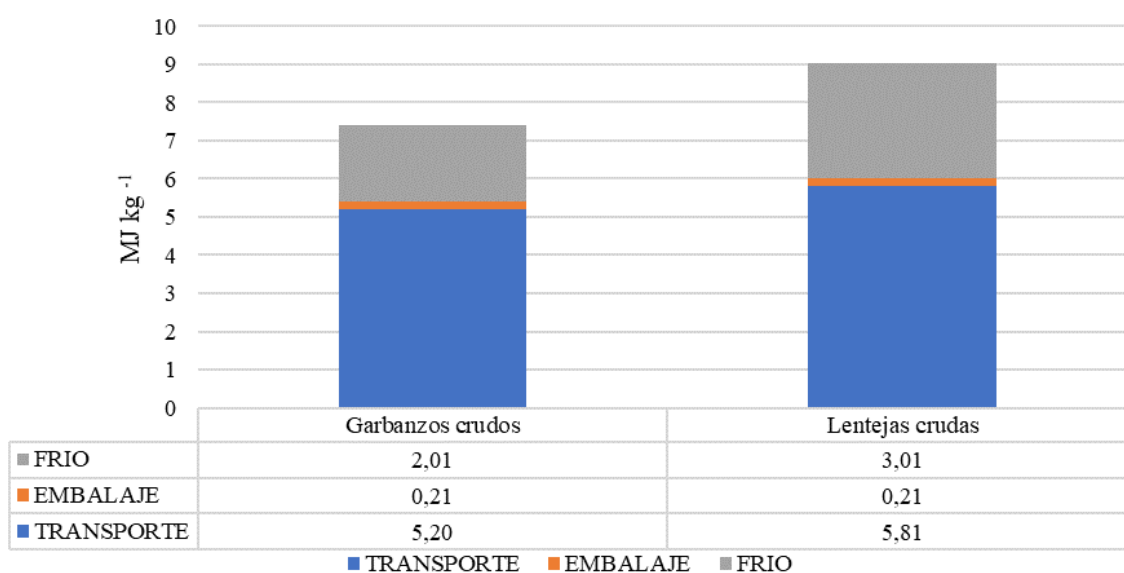
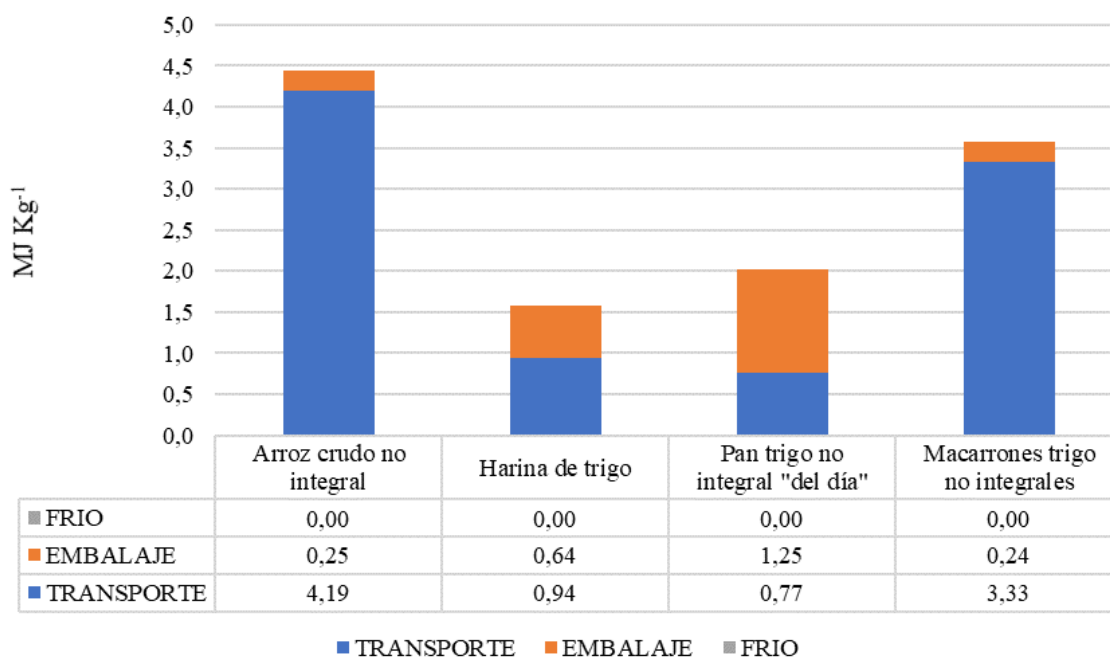


Figura 12. Energía total por kg de alimento en las legumbres

El arroz y la pasta ilustran un comportamiento muy similar al de las legumbres. La harina y el pan al tratarse de producto local tiene valores más bajos.



*Figura 13. Energía total por kg de alimento en los cereales y los transformados de trigo*

Los macarrones de trigo contienen un proceso largo, en términos kilométricos, para su elaboración, harinera, fábrica de pasta, envasado, almacén del proveedor y reparto a clientes. Sin embargo, este grupo de alimentos presenta valores más bajos en embalaje, no por su capacidad de retorno, sino una vez más, por el alto volumen que albergan.

Los embutidos de estudio representan nuevamente un caso más de que la cercanía del producto acompañada de un transporte en furgoneta refrigerado (Chorizo) da lugar a impactos mayores que un producto más lejano pero transportado en un camión refrigerado (Jamón cocido en lonchas).

El envase del jamón cocido contiene 160 g menos de alimento que el envase del chorizo, esto genera un impacto menor en el segundo. Las cajas de cartón utilizadas como embalaje adicional contribuyen a una subida del consumo energético.

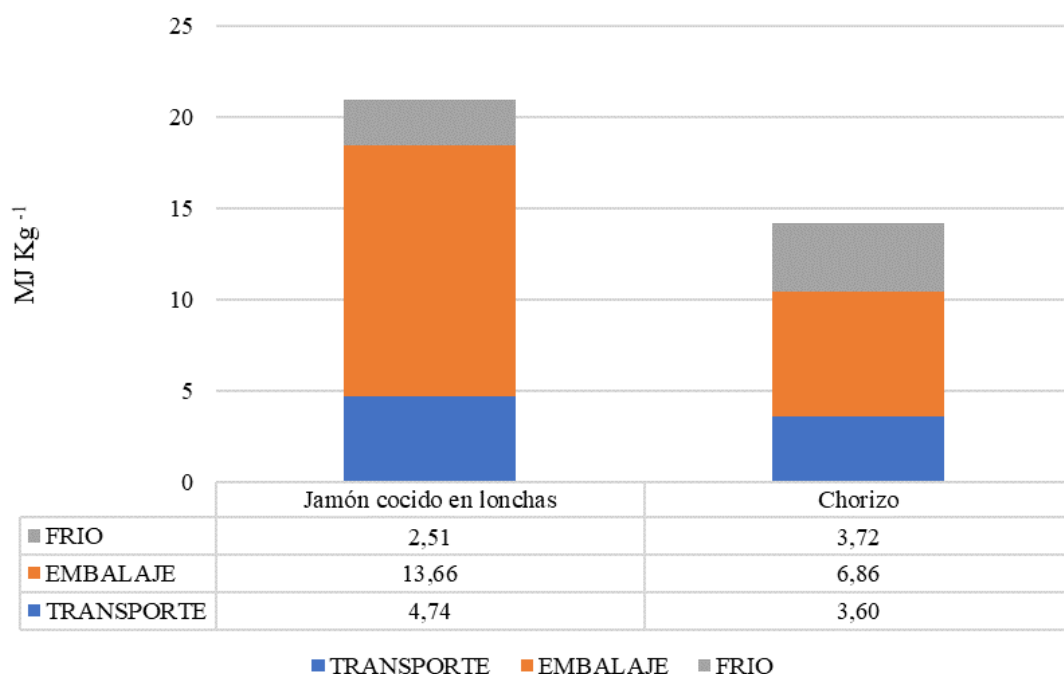


Figura 14. Energía total por kg de alimento en embutidos

Examinando los lácteos se percibe como es la leche la que genera un consumo menor, tanto en embalaje y transporte como en frío.

El transporte de la leche es el único de todo el estudio que en una de sus fases utiliza camión de 7,5-16 toneladas, en la Tabla 1 se ve el factor de conversión tan bajo que lo compone.

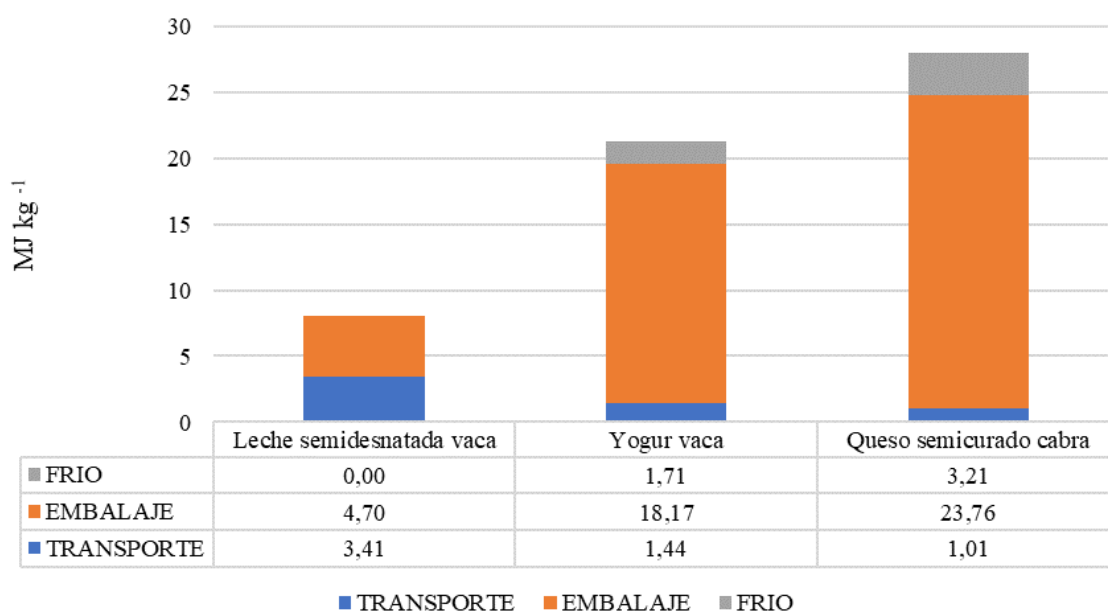


Figura 15. Energía total por kg de alimento en lácteos

Los yogures y el queso de cabra provienen de municipios cercanos al punto de venta. El alto valor en embalaje se debe al vidrio utilizado en el yogur, más concretamente al peso del vidrio, y en el queso es la suma del plástico utilizado como envase y las cajas de cartón y plástico utilizadas como embalaje, las que generan valores superiores en comparación con otros productos lácteos mencionados.

Para finalizar el análisis grupal se examinan otros productos transformados, donde cabe destacar que ninguno de ellos precisa de frío y su mayor consumo energético reside en el embalaje, ya que todos ellos disponen de envase y un embalaje adicional que facilite el transporte. Ninguno de los proveedores practica el retorno de envases o embalaje.

El plátano, el aceite de oliva virgen-extra, el caldo de verduras y el vino tinto son de los pocos productos que pasan por un almacén de acopio previo al punto de venta, de esta manera los kilómetros recorridos son algo mayores porque el transporte no es directo.

Los proveedores de zumo de melocotón, caldo de verduras y cerveza transportan la mercancía en camiones de 3,5-7 toneladas. Por otro lado, el resto de los proveedores hace uso de furgonetas para trasladar los alimentos.

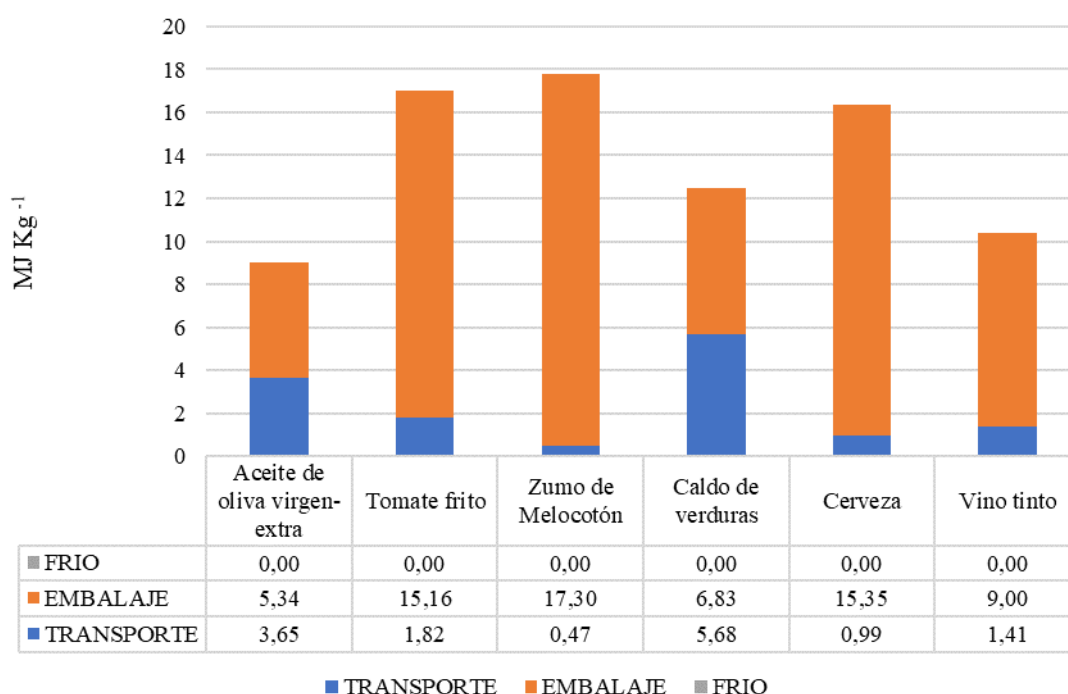


Figura 16. Energía total por kg de alimento en transformados

## 6.5 Gestión de residuos de envasado y embalaje

Uno de los objetivos del estudio es analizar la gestión del envasado y embalaje que es utilizado en los SALbA para la comercialización de cada uno de los productos.

Los resultados obtenidos han sido muy diversos en función del tipo de producto comercializado. Podemos decir que de los 11 proveedores de frutas y hortalizas solo 3 presentan un retorno de cajas y sacos que permiten reutilizarlos de manera continuada y, en consecuencia, disminuir el consumo energético por kg de producto.

Cabe destacar que los 3 proveedores que practican la reutilización de las cajas no recorren una distancia superior a 60 km en el trayecto de suministro.

En cuanto a las carnes frescas y los huevos se observa una reutilización de envases por parte del proveedor de pollo y huevos, las hueveras de cartón y las cajas en las cuales es transportada la carne de pollo son devueltas a finca para su reciclaje y reutilización.

Nuevamente existe una clara relación de cercanía entre reutilización y distancia recorrida por el medio de transporte, las localidades de producción de estos dos productos no se encuentran a más de 100 km de distancia. Sin embargo, la estrategia de distribución de la carne de ternera, transportada en cajas de cartón de 10 kg a 201 km, no incluye el retorno del embalaje. Éste se queda en el punto de venta al público.

Productos como frutos secos, legumbres y arroz cuyo embalaje principal son sacos de 25 y 5 kg, respectivamente, no se retornan al almacén inicial, se quedan en el PVP.

La harina de trigo y el pan del día cuyo embalaje son cajas de cartón y plástico de unos 10 y 15 kg son recogidas por el proveedor para su posterior reutilización. Los proveedores no presentan más de 30 km de trayecto.

En todos los demás productos de estudio como, embutidos, lácteos y otros transformados el embalaje utilizado se queda siempre en el punto de venta al público, a excepción del proveedor que suministra los yogures de vaca, el cual recoge las cajas de plástico utilizadas para el transporte de la mercancía en el mismo instante en que entrega el producto a la tienda.

Aquellos productos del estudio que pasan por un almacén de acopio intermedio, es decir, cuyo transporte no es directo de finca/elaboradora a punto de venta no adquieren ningún envase ni embalaje adicional al establecido al inicio de la cadena de comercialización.

Todos los embalajes y envases que se quedan en el punto de venta al público son destinados al contenedor municipal más cercano.

## 6.6 Pérdida de alimentos y destino

Nos encontramos ante una asociación de consumidores cuya red de suministro está muy planificada en base a los criterios socioambientales comentados anteriormente.

De todos los productos estudiados la gran mayoría solo dispone de dos puntos posibles donde el alimento puede ser destinado a finalidades que no son la venta y se van a abordar a continuación.

El primero de los puntos es la finca, el segundo, la empresa de elaboración del producto. Se han obtenido resultados que reflejan una pérdida notablemente alta en productos frescos como frutas y hortalizas, alcanzando valores de hasta el 20% en alimentos como manzanas, tomates y patatas, en finca.

Respecto a la elaboración, los proveedores de pan, jamón cocido, yogur de vaca y queso manifiestan valores de merma en torno al 1- 4%. El resto de los proveedores afirmaron en las entrevistas realizadas que no existía pérdida de alimento, dando lugar a un 0%.

Finalmente, en el PVP, los porcentajes son relativamente más bajos que en finca, pero es el grupo de frutas y hortalizas el que encabeza los porcentajes de pérdidas.

*Tabla 6. Porcentaje de pérdidas en finca y punto de venta al público*

Producto		Merma en finca (%)	Merma en punto de venta final (%)	Merma total del producto (%)
FRUTAS	1 Naranja	5	5	10
	2 Naranja	20	5	25
	1 Manzana	20	3	23
	2 Manzana	5	3	8
	Plátano		5	5
HORTALIZAS	1 Tomate	15	3	18
	2 Tomate	20	3	23
	3 Tomate		3	3
	1 Patata		2	2
	2 Patata	20	2	22
	1 Cebolla		2	2
	2 Cebolla	1	2	3
	1 Coliflor	15	0	15
	2 Coliflor	5	0	5
HUEVOS	Huevos	2	0	2
CARNE	Pollo	0	10	10
	Ternera	0	5	5
FRUTOS SECOS	Almendras	2	0	2



Tabla 6. Porcentaje de pérdidas en finca y punto de venta al público (continuación)

Producto		Merma en finca (%)	Merma en punto de venta final (%)	Merma total del producto (%)
LEGUMBRE	Garbanzos crudos	0	0	0
	Lentejas crudas	0	0	0
CEREAL	Arroz crudo no integral	0	0	0
	Harina de trigo	0	0	0
TRANSFORMADOS TRIGO	Pan trigo no integral "del día"	1	5	6
	Macarrones trigo no integrales	0	0	0
EMBUTIDOS	Jamón cocido en lonchas	1	0	1
	Chorizo	0	0	0
LÁCTEOS	Leche semidesnatada vaca	0	0	0
	Yogur vaca	1	2	3
	Queso semicurado cabra	4	0	4
OTROS TRANSFORMADOS	Aceite de oliva virgen-extra	0	0	0
	Tomate frito	0	0	0
	Zumo de Melocotón	0	0	0
	Caldo de verduras	0	0	0
	Cerveza	0	0	0
	Vino tinto	0	0	0

Nota: la merma en finca es el % de todo lo producido en el campo que no se llega a comercializar, la merma en PVP es el % del producto que llega al punto de venta que no es vendido.

Tan importante es el porcentaje de merma generado en la cadena de suministro de los alimentos como la gestión de dichos residuos. El destino de los alimentos que no pueden ser comercializables ha sido clasificado en la siguiente Tabla 7.

Las frutas tienen como principal destino las industrias transformadoras, las naranjas para zumo y las manzanas para alimentación infantil y sidra. Los garbanzos y el arroz que sufren daños estéticos, por ejemplo, estar partidos, se aprovechan para la producción de harina. Las lonchas de jamón cocido que no se venden son destinadas a subproductos de categoría 3. La harina que no se vende se utiliza para hacer pan en el propio obrador.

*Tabla 7. Gestión de los residuos según alimento*

<b>Gestión de residuos</b>	<b>Alimento/producto transformado</b>
<b>Contenedor de basura municipal</b>	
<b>Compostaje en propia instalación</b>	Naranjas, tomate, patata, cebolla, coliflor, almendra
<b>Compostaje en planta externa</b>	
<b>Alimentación animal</b>	Tomate, patata, cebolla, almendra, lenteja, pan
<b>Quema libre</b>	
<b>Quema para generar energía</b>	Almendra
<b>Incorporación al suelo</b>	Tomate, patata, cebolla, almendra, lenteja, pan
<b>Transformación en alimento elaborado (No cumple con estándares de venta)</b>	Naranja, manzanas, garbanzos, arroz, jamón cocido en lonchas, harina

Por otro lado, se observa como casi todas las hortalizas de estudio se aprovechan para la alimentación animal, el compostaje en propia instalación y la incorporación al suelo.

En el caso de las almendras la cáscara blanda de la almendra se destina a la alimentación animal o se deja en la propia finca para compostaje y la cáscara dura es utilizada para la generación de energía para calefacción.

## **7. Discusión**

La falta de estudios comparables que aborden temas relacionados con los impactos biofísicos en canales de comercialización alternativos, como el caso actual (SALbA), ha dificultado la discusión de los presentes resultados.

### **7.1 Disponibilidad de alimentos y productos transformados**

Cuando se habla de disponibilidad de alimentos y productos transformados cabe destacar que son los productos de disponibilidad estacional, y no anual, aquellos que

requieren de una mayor estrategia comercial si se desea ampliar el tiempo de oferta de dicho producto en tienda.

La ausencia de estacionalidad en el consumo, que requiere la adquisición de productos de zonas lejanas o el cultivo en sistemas forzados, y la dieta, son dos factores que determinan en gran medida el impacto ambiental de los sistemas alimentarios (Benis & Ferrão, 2017; Pérez-Neira et al., 2018)

En la asociación de estudio respetan la temporalidad de los alimentos estacionales a excepción de aquellos que se consideran esenciales por presentar una demanda estable a lo largo del año, como son el tomate, la patata y la cebolla dentro de los alimentos de estudio seleccionados.

En el caso del tomate el suministro proviene de Comunidad Foral durante 4 meses y los 8 meses restantes proviene de una localidad situada a 1.000 km de clima más cálido que suministra durante los meses más fríos. Esto mismo ocurre con la patata y la cebolla. Resulta imprescindible disponer de proveedores pertenecientes a climas que difieran del local si se desea aumentar los meses de oferta del alimento.

En el caso de las naranjas, las manzanas y la coliflor se respeta la temporalidad del alimento existiendo 6, 3 y 6 meses de ausencia de suministro respectivamente. De estos tres productos es el proveedor 2 manzana ,1 coliflor y 2 coliflor los que se sitúan a menos de 100 km del punto de venta y son producto local.

Un aspecto básico y de gran importancia en los sistemas agroalimentarios alternativos es que el cliente conozca la estacionalidad de los alimentos y sea participe de un consumo responsable que, sin duda, genera un menor consumo energético. En los tomates el valor es de  $10,59 \text{ MJ kg}^{-1}$  fuera de temporada y  $4 \text{ MJ kg}^{-1}$  en temporada, en las patatas el consumo energético fuera de temporada es de  $10,49 \text{ MJ kg}^{-1}$  y  $1,51 \text{ MJ kg}^{-1}$  en temporada.

En la Figura 17 se representa, para cada uno de los productos estacionales cuya oferta es ampliada en tienda, las ratios de consumo energético derivados de la división del consumo energético originado fuera de temporada entre el consumo energético del alimento en temporada.

Como se puede observar, el alimento que más energía permite ahorrar si solo es consumido en temporada es la patata, seguido de la cebolla, el tomate y la manzana. Un dato a destacar es el valor de la manzana, ya que es inferior a 1, esto se debe a que el consumo energético es mayor cuando el producto es local (como se ha comentado anteriormente, el alto consumo se debe al sistema de embalaje que utiliza el proveedor) que cuando proviene de más lejos.

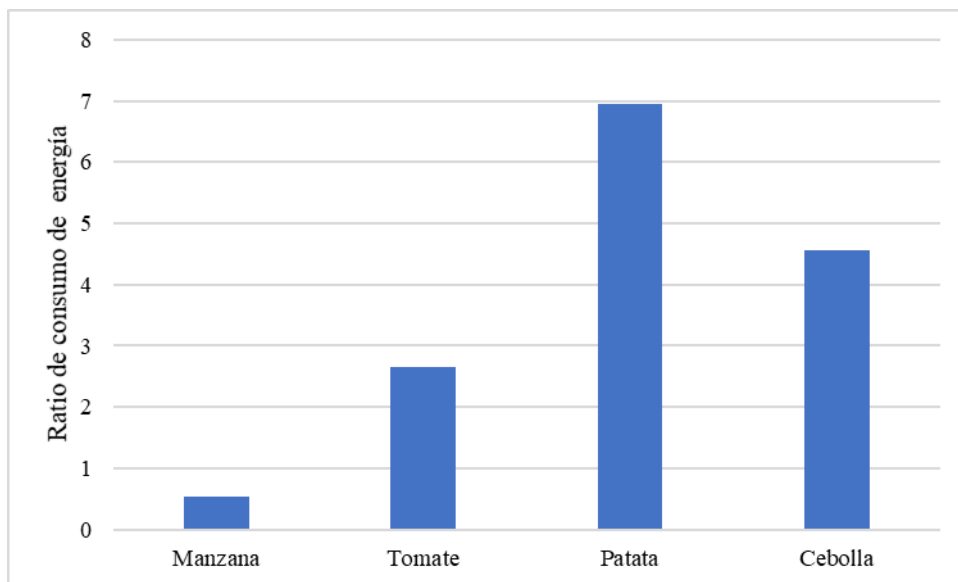


Figura 17. Ratio de consumo energético (no estacional / estacional) según la disponibilidad de alimento en el PVP

## 7.2 Transporte

Es evidente que no se puede hablar del factor transporte sin implicar términos como la distancia recorrida y el tipo de vehículo empleado. Como se puede ver en la Figura 18 existe una proporcionalidad directa entre los kilómetros recorridos por el vehículo y el consumo energético del mismo en  $\text{MJ kg}^{-1}$ .

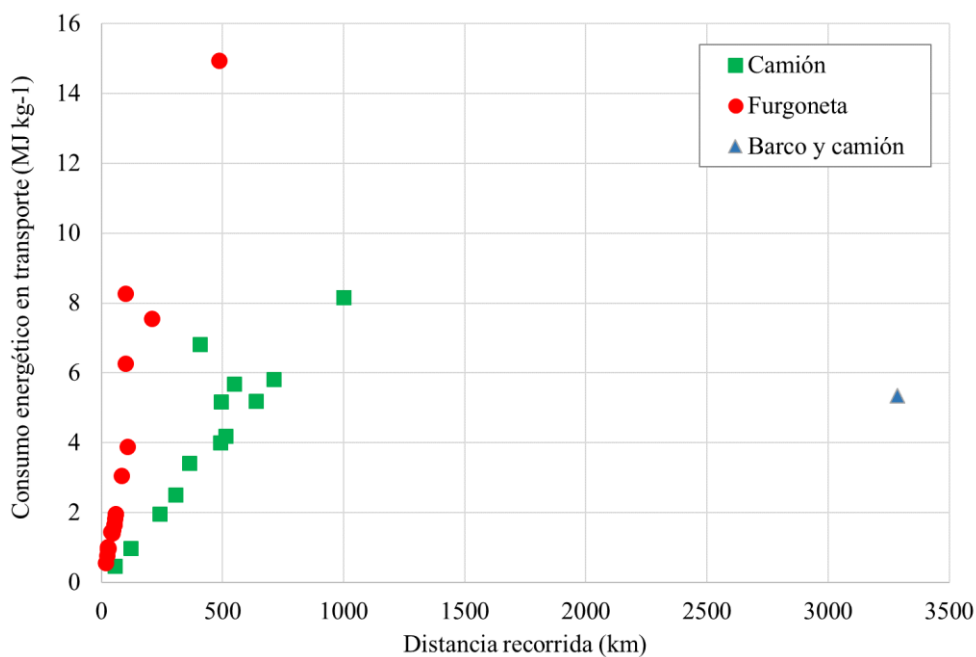


Figura 18. Relación entre distancia recorrida y consumo energético en transporte

El transporte abarca en este estudio un consumo energético situado en un rango entre 0,46 -14,94 MJ kg<sup>-1</sup>. La furgoneta como medio de transporte para recorrer distancias relativamente cortas mantienen un impacto por debajo de los 2 MJ kg<sup>-1</sup>, sin embargo, cuando superamos los 100 kilómetros comienza a dispararse el consumo, tal y como se puede observar en la Figura 18.

Recorrer casi 500 km en una furgoneta hace protagonista al proveedor de naranjas alcanzando la cifra más alta.

Un camión refrigerado que recorre 1000 km (9,6 MJ kg<sup>-1</sup>) consume una tercera parte de energía de lo que consume una furgoneta que recorre 1000 km (30 MJ kg<sup>-1</sup>). Esto explica porque distancias recorridas en camión del orden de 500-1000 km muestran diferencias notables a las realizadas en furgonetas.

El alimento que más kilómetros recorre en el estudio realizado es el plátano, a pesar de encontrarse por encima del promedio de consumo energético proveniente del transporte de los productos examinados (3,61 MJ kg<sup>-1</sup>) si analizamos los kilómetros recorridos se puede decir que es un valor comparablemente bajo y eficiente. El plátano es transportado 487 km en camión (4,68 MJ kg<sup>-1</sup>) y 2800 km en barco (0,672 MJ kg<sup>-1</sup>), el barco como medio de transporte permite cargar más kilogramos de alimento por trayecto y de esta forma hacer más eficiente el movimiento de mercancías, disponiendo de un factor de conversión de 0,24 MJ por tonelada y kilómetro se convierte en un modo de transporte con impacto energético menor que el realizado por carretera (Aguilera et al. 2015)

A pesar de que, tal como afirman Perez-Neira et al. (2018), la eficiencia del transporte no depende únicamente de la distancia, fue el modelo de la distribución directa, de la finca a la tienda, el escenario que dio lugar a los valores de consumo energéticos más bajos, presentando un rango de 0,15 a 2,38 MJ kg<sup>-1</sup>.

Un estudio similar realizado en una asociación de agricultores, ganaderos, procesadores y consumidores de alimentos ecológicos ubicada en Andalucía (Luchsinger, 2020) registró un valor promedio de consumo energético en transporte del orden de 2,7 MJ kg<sup>-1</sup>, frente a 3,61 MJ kg<sup>-1</sup> de este caso, la principal razón se debe a que un 65 % de los alimentos de estudio procedían de una distancia menor a los 50 km, lo cual se ve reflejado en el promedio total de forma significativa. Al igual que el presente caso analizado, la asociación de Andalucía realiza el transporte de alimentos frescos en furgonetas, debido a la corta distancia existente.

Domouso (2018) que aborda la logística y cuestiones energéticas llega a la conclusión de que el transporte por carretera se trata de la fórmula más apropiada para el comercio en el interior de la península, siendo el camión el vehículo más eficiente. Sin embargo, a escala local, donde el número de minoristas es mayor este tipo de vehículos no es rentable ya que la cantidad de mercancía transportada es baja.

Se puede decir que existe una clara tendencia en las cadenas de distribución de alimentos frescos, más concretamente, en las hortalizas, las cuales provienen de distancias

cortas en relación con otros alimentos, usar como medio de transporte principal la furgoneta, y por consiguiente, el consumo energético asciende por el uso de uno de los vehículos menos eficientes ya que existe gran diferencia entre los diferentes tipos de transporte de mercancías por carretera, el consumo directo de combustible oscila entre 1,5 MJ / t-km para los camiones de mayor capacidad y aproximadamente 16 MJ / t-km para las furgonetas de reparto (Spielmann et al., 2017; Van Hauwermeiren et al., 2007)

En un Working Paper realizado en 2015, Aguilera et al. analizan la energía integrada en los insumos agrícolas, analizando entre otros factores el transporte, se concluye que la eficiencia energética del transporte de mercancías depende del modo de transporte, la eficiencia del modo de transporte dado en el lugar y el tiempo seleccionados y la eficiencia de la producción de los materiales y portadores de energía utilizados en el transporte.

Mundler & Rumpus (2012) exponen en su artículo de la eficiencia energética de los sistemas alimentarios locales que existe un debate entre si la reducción de las distancias recorridas por alimentos lleva a un menor consumo de energía debido al transporte o si directamente las cadenas de suministro locales tienen un bajo rendimiento energético. En este estudio recalcan que el rendimiento energético es muy dependiente del lugar dónde se realiza el estudio y afirman que el establecimiento de sistemas agroalimentarios locales requiere de grandes esfuerzos organizativos a nivel local o en forma de redes geográficamente centralizadas que permitan minimizar de esta forma los gastos de energía vinculados a la distribución.

En cuanto vamos a distancias recorridas que superan los 100 km el número de furgonetas como vehículo seleccionado disminuye drásticamente, la gran mayoría hace uso de servicios de empresas logísticas de escala regional o nacional debido a la incapacidad de mantener sus propios camiones y de esta forma distribuyen la mercancía de forma más rentable.

El transporte por carretera es el más eficaz para el caso estudiado, ya que satisface las necesidades de la asociación en cuanto a demandas y abastecimiento presentando cierta flexibilidad y siendo más adaptable, se trata de una casuística que también se da en sistemas convencionales. Cuando se habla de adaptabilidad y flexibilidad en la demanda y el suministro se compara con modos de transporte como barcos o ferrocarriles que requieren de planificaciones más austeras, a pesar de presentar más eficiencia energética (Domouso, 2018).

La distribución de alimentos ecológicos en Sevilla, en función del tipo establecimiento, dio lugar a un intervalo de consumo energético de 2 a 12 MJ kg<sup>-1</sup> (Molina & Guzmán, 2020) Los alimentos que dieron lugar a consumos más bajos están estrechamente relacionados con métodos de transporte más eficientes y menos kilómetros recorridos. En el caso de estudio nuestra horquilla de consumo, englobando la energía consumida por el transporte y los embalajes (para que sea comparable con el estudio mencionado, excluyendo el almacenamiento en cámaras frigoríficas) es del orden de 1,12 a 35,35 MJ kg<sup>-1</sup>. Los valores de consumo más bajo en nuestro estudio, al igual que en el

análisis realizado en Sevilla, pertenecen a alimentos de proximidad kilométrica, en los que la baja eficiencia del transporte (principalmente furgoneta) tiene escaso impacto.

En el estudio mencionado anteriormente (Mundler & Rumpus, 2012), realizado en la región de Ródano-Alpes (Francia) se analizaron diferentes sistemas de distribución de frutas y hortalizas concluyendo que los puntos de venta ubicados en centros urbanos registraban las energías más bajas de consumo, 13,5 gramos de combustible/euro, demostrando así la fuerte influencia que tiene la ubicación del punto de venta respecto a la eficiencia energética ya que el porcentaje de consumidores que hace uso de coche u otro tipo de vehículo para acudir a la tienda es menor. En particular, destacan la importancia de desarrollar políticas de gestión urbana que garanticen que los lugares de producción están situados cerca de las ciudades y que los sitios urbanos disponen de tiendas para la venta de frutas y verduras locales, lo que permite a los consumidores dejar el coche en casa. Este estudio, no obstante, es diferente al aquí presentado, ya que emplea como unidad energía/valor económico, en vez de kg de producto. Esta diferencia, podría modificar los resultados. Por otro lado, en nuestro caso, no se ha estudiado el modo de desplazamiento del consumidor.

El consumo energético derivado del transporte del punto de venta a las viviendas de los clientes no es objetivo de este estudio, pero indudablemente es un punto clave a tener en cuenta para el consumo energético total en un sistema alimentario local de base agroecológica.

### **7.3 Envasado y embalajes**

El suministro de frutas y hortalizas frescas requiere de un sistema logístico complejo. Como se ha mencionado anteriormente la comercialización de estos productos se realiza principalmente mediante cajas de plástico, cajas de madera y cajas de cartón.

De los 14 proveedores de frutas y hortalizas seleccionados para el estudio, el 50% usa cajas de cartón, el 43 % cajas de plástico y sacos de rafia (Tabla 8) , y un solo alimento, en este caso 3 Tomate, usa cajas de madera como sistema de embalaje, en ninguno de los alimentos se utiliza un envase individual adicional.

Según un estudio de análisis del ciclo de vida de los sistemas de envasado para el transporte de frutas y verduras en Europa (Albrecht et al., 2013) las cajas de cartón tienen una emisión de CO<sub>2</sub> mayor que las cajas de madera, debido a que tienen una cantidad de CO<sub>2</sub> incorporado mayor. Sin embargo, las cajas de cartón son más ligeras y esto se ve reflejado durante el transporte en carretera, ya que emiten menos CO<sub>2</sub> que las cajas de madera y plástico. Las cajas de plástico tienen una menor emisión de CO<sub>2</sub> durante la producción debido principalmente a las características reutilizables que presenta. El análisis de los costos del ciclo de vida muestra que el sistema reutilizable es el más rentable durante todo su ciclo de vida.

*Tabla 8. Tipo de embalaje según alimento (Frutas y hortalizas)*

<b>Alimento</b>	<b>Tipo embalaje</b>
<b>1 Naranja</b>	Cartón
<b>2 Naranja</b>	Cartón
<b>1 Manzana</b>	Cartón
<b>2 Manzana</b>	Plástico
<b>Plátano</b>	Cartón
<b>1 Tomate</b>	Plástico
<b>2 Tomate</b>	Madera
<b>3 Tomate</b>	Cartón
<b>1 Patata</b>	Cartón
<b>2 Patata</b>	Saco de rafia (Plástico)
<b>1 Cebolla</b>	Cartón
<b>2 Cebolla</b>	Plástico
<b>1 Coliflor</b>	Plástico
<b>2 Coliflor</b>	Plástico

Las cajas de cartón para el transporte de frutas y hortalizas requieren de materiales muy exigentes para su elaboración, papel y pulpa de alta calidad que soporten la atmosfera húmeda durante el transporte, lo que genera unos altos impactos en relación con las cajas de madera y de plástico, siendo las segundas, las que presentan el caso más favorable. En cuanto al GWP (Potencial de calentamiento global) las cajas de plástico y de cartón presentaron resultados similares según el estudio de Albrecht et al., (2013).

Las cajas de madera reincorporan parte del CO<sub>2</sub> utilizado en la producción mediante la incineración posterior de las cajas y el proceso de crecimiento del árbol. En el cartón es el 82% la cantidad de cajas que concluyen el ciclo de vida con la incineración, el 18% restante es destinado a satisfacer la demanda secundaria de pulpa. Valores de hasta un 24% más de impacto fueron registrados para las cajas de plástico en el agotamiento del ozono, smog de verano, y calentamiento global, si el 50% de las cajas se incineran y solo el 50% se regranulan (Albrecht et al., 2013), sin embargo, el reciclaje y la recuperación de envases de plástico da lugar a un ahorro considerable en recursos energéticos (Brandt & Pilz, 2011).

En el presente caso de estudio, una de las frutas transportada en caja de plástico no presenta un retorno del envase, por lo que indudablemente se convierte en el escenario más desfavorable. La reutilización de las cajas unas 100 veces disminuiría el impacto de 34,8 MJ kg<sup>-1</sup> a 0,348 MJ kg<sup>-1</sup> situándose muy por debajo de la media de consumo energético en embalajes y envases del estudio (5,84 MJ kg<sup>-1</sup>), y más específicamente, daría lugar a uno de los canales con consumo energético menor (envases y embalajes) dentro de las frutas y hortalizas que presenta un promedio de 3,95 MJ kg<sup>-1</sup>.



De todos los proveedores de estudio, más de la mitad utilizan cajas de cartón como sistema de embalaje, no solo las frutas y hortalizas mencionadas anteriormente, carnes, embutidos y lácteos además de disponer de envases plásticos al vacío son transportados al destino en cajas de cartón de diferentes capacidades (20,15,10,7 y 5 kg) lo que genera que los productos cárnicos y transformados presenten un promedio de  $11,22 \text{ MJ kg}^{-1}$ , siendo casi el doble del valor medio total de todos los alimentos y productos transformados ( $5,84 \text{ MJ kg}^{-1}$ ).

Al igual que en el presente estudio, el realizado por Luchsinger (2020), da lugar a valores de consumo energético mayores en los productos transformados ya que como menciona, sus envasados y embalajes contribuyen a un mejor transporte, comercialización y conservación.

En cuanto a envases de vidrio en el estudio se encuentran los tarros de 400 ml de yogur de vaca, zumo de melocotón de 1 litro, cerveza de 330 ml y el vino en 750 ml.

La producción de vidrio ocupa un papel muy importante en el análisis de ciclo de vida en cuanto a potencial de calentamiento global (adquiriendo valores en torno al 30 % más altos que en el caso de la cerveza), sin embargo, dado el peso que adquieren las botellas cuando se encuentran llenas la etapa de distribución es objeto de alto impacto. La cerveza presenta unos porcentajes de impacto en la etapa de distribución mayores que el vino, dado que la cerveza se comercializa en envases de menor capacidad, lo que da lugar a un envasado por litro menos favorable en cuanto a eficiencia (Gazulla et al., 2010)

A modo de solución Aranda et al., (2005) plantean el uso de botellas de vidrio más ligeras, con menos material pero que mantengan la misma resistencia mecánica, ya que, en el sector cervecero el peso del vidrio se ha conseguido reducir a menos de la mitad.

Un estudio que aborda la relevancia del embalaje en la evaluación del ciclo de vida del aceite de oliva virgen y estudia envases de vidrio, lata y PET también llega a la conclusión de que una reducción, aproximadamente de 150 g / botella, consigue reducir el impacto ambiental. Estrategias de ecodiseño como una reducción de peso y un aumento del porcentaje de vidrio reciclado en las botellas son soluciones que contribuyen a disminuir el impacto ambiental (Navarro et al., 2018)

El aceite de oliva se comercializa en botellas PET de 2 y 5 litros y latas de 5 litros. Los envases de vidrio y estaño son los que aportan más impacto (promedio de 58% y 37% respectivamente) a la mayoría de las categorías de impacto analizadas en el estudio de Navarro et al., (2018), mientras que el PET agrega alrededor del 13% del impacto, debido a que el peso es menor. Los envases de hojalata se caracterizaron por tener un impacto mayor en categorías denominadas como impacto marino y toxicidad humana, por otro lado, los envases PET encabezaron el impacto por ecotoxicidad terrestre.

## 7.4 Almacenamiento en cámaras frigoríficas

El consumo energético que proviene del almacenamiento en cámaras frigoríficas en la cadena de distribución de los alimentos de estudio ha sido el factor de impacto que ha dado lugar a valores energéticos más bajos, o nulos en la mayoría de los productos, representando un rango de 0 a 13,76 MJ kg<sup>-1</sup> y registrando un promedio de 0,95 MJ kg<sup>-1</sup>. Se trata de valores inferiores si son comparados con el estudio de Luchsinger (2020), el cual presentan un promedio de consumo energético de 4,86 MJ kg<sup>-1</sup> y uno de los productos, concretamente la patata, alcanza los 22,6 MJ kg<sup>-1</sup>.

La manzana representa en este estudio el valor más alto en términos energéticos respecto a las cámaras frigoríficas, ya que se trata del alimento que, de media, más tiempo es almacenado en cámara.

El análisis realizado por Van Hauwermeiren et al. (2007) sobre los inputs de energía en el ciclo de vida de sistemas agroalimentarios locales y convencionales presenta unas cifras de consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> en la etapa de almacenamiento de la manzana muy superiores a la del resto de alimentos de estudio, tanto en la casuística local, como convencional, ya que sufren un periodo de almacenamiento mayor en atmósfera controlada con bajos niveles de oxígeno (ULO, en inglés).

Otro grupo de alimentos que toma protagonismo en este impacto biofísico son las legumbres, sometidas a almacenamiento en cámaras de congelación durante 20-30 días y dando lugar a consumos de 2,47 MJ kg<sup>-1</sup> de promedio.

El denominado sistema de alimentación convencional dispone de una amplia oferta de productos durante prácticamente todo el año, esto lleva consigo una repercusión en el uso de energía que es requerida ya sea desde el punto de vista de la producción, con necesidades de cultivos forzados o calefacción o desde la perspectiva de la logística, necesitando más almacenaje y/o detallistas u importaciones de alimentos de zonas más lejanas. En el caso de sistemas agroalimentarios locales, en el cual los alimentos recorren una distancia menor en comparación con los canales convencionales los productos viajan más rápido desde la finca hasta el PVP, como consecuencia, el consumo de energía y emisiones causadas por el almacenamiento se ven reducidas. (Van Hauwermeiren et al., 2007).

Se han obtenido confesiones muy dispares en cuanto al beneficio o perjuicio por parte de los proveedores entrevistados del almacenamiento en cámaras de sus productos. Parte de ellos confesaban que el periodo de almacenamiento en frío (en aquellos alimentos cuyo uso no es imprescindible) mermaba la calidad de su producto, expresando que anteriormente lo habían implementado. Por otro lado, también se manifestó la necesidad, por parte de otro proveedor de instalar una cámara frigorífica que permita alargar la oferta en el mercado de su producto.

Según un estudio que analiza el rendimiento energético del almacenamiento en frío con motivo de la Conferencia Internacional de Sostenibilidad y Cadena de Frío, el

uso de energía de las cámaras frigoríficas presenta una relación directa con el volumen, haciendo un uso de energía mayor cuanto más grande es la cámara (Evans et al., 2014), lo cual hace evidente que cuanto mayor volumen de mercancía se mueva, mayor será el tamaño de la cámara, y por consecuencia el consumo de energía también aumenta. Factores como la cantidad de alimento por cámara también son importantes, ya que cuanto más volumen de alimentos albergue la cámara, menor será el consumo de energía por kg de alimento.

### **7.5 Merma y desperdicio de alimentos**

Los valores de merma de los alimentos y productos transformados presentados en el estudio no se alejan de la media europea, presentando los valores más altos en tubérculos, frutas y hortalizas.

En España casi el 20% de la comida nacional es desperdiciada o se pierde, alimentos como las verduras, las frutas y las carnes constituyen los grupos más ineficientes (Garcia-Herrero et al., 2018). El presente estudio registra el valor más alto de pérdida en las frutas, naranjas y manzanas (25 y 23% respectivamente), seguido de las hortalizas, tomates y patatas (23 y 22 % respectivamente). En comparación con la media europea (Gustavsson et al., 2011) los porcentajes registrados en frutas y hortalizas son someramente inferiores, las diferencias no son muy significantes. Sin embargo, cabe destacar que las pérdidas producidas en tubérculos, más específicamente, la patata, presenta un promedio europeo del 40 % (de finca a la distribuidora), notablemente mayor en comparación al 22 % del tubérculo de la asociación. El estudio realizado en la asociación de Andalucía presentó pérdidas en la patata del orden del 15% Luchsinger (2020) y la media de la pérdida en la fruta fue en torno al 20 %.

En cualquier caso, toda comparación entre los datos obtenidos y los existentes en la bibliografía debe tomarse con cautela, porque por un lado los datos aquí obtenidos proceden de estimaciones realizadas desde las entidades entrevistadas, y los datos bibliográficos a su vez son muy variables tanto en magnitud como en la metodología que está detrás de dichos datos.

### **7.6 Sugerencias de mejora**

En el presente trabajo se analizan los impactos biofísicos de parte del ciclo de vida de 35 alimentos, más concretamente el canal de distribución desde finca o lugar de elaboración, en caso de tratarse de un producto transformado, hasta el PVP. Tras el análisis se han identificado varios puntos críticos en relación con los factores examinados que contribuyen a un mayor impacto en las cadenas de suministro del estudio en cuestión.

En primer lugar, en aspectos relacionados con el transporte cabe destacar que los productos que dan lugar a consumos energéticos más altos se deben en mayor medida a los kilómetros recorridos en vez de al vehículo utilizado, y tienen una clara relación con alimentos fuera de temporada. Como excepción se encuentra la naranja que encabeza el rango de consumo, principalmente por el uso de furgoneta en combinación de distancias significantes cuando hablamos de SALbA. En este caso se sugiere el uso de un modo de transporte más eficiente energéticamente ya que daría lugar a unas reducciones del orden de  $10,9 \text{ MJ kg}^{-1}$  (tres veces menos).

Es evidente que, en muchas ocasiones, dado el bajo volumen a transportar y la cercanía de la finca al PVP, el modo de transporte más habitual es la furgoneta, dando lugar a consumos energéticos más altos. Parte de los casos analizados aprovechan el viaje de vuelta para retornar los envases y continuar con su vida útil, alargando así su ciclo de vida.

A pesar de tratarse del medio de transporte más utilizado en movimientos de corta distancia se recomienda el uso de furgonetas cuyo diseño y funcionamiento contribuyan a disminuir el impacto ambiental. Programas institucionales de ayudas para la adquisición de vehículos híbridos o eléctricos para el transporte cercano de mercancías podrían mejorar la eficiencia del transporte en relación a la energía no renovable (Molina & Guzmán, 2020)

Otra sugerencia sería hacer compras conjuntas o almacenes en común que favorezcan ampliar la escala y usar camiones en lugar de furgonetas para transporte. (Molina & Guzmán, 2020)

Productos como el caldo de verdura y el jamón cocido en lonchas, cuyo suministro es continuo a lo largo del año recorren distancias largas en comparación con el resto de transformados. Proveedores de zonas más próximas optimizarían el impacto biofísico siempre y cuando el modo de transporte, en la medida de lo posible, disminuya y no aumente el consumo energético.

Los alimentos que son comercializados a granel son indudablemente los más eficientes energéticamente, concretamente aquellos que albergan más kilogramos de alimento por embalaje. El uso de cajas de plásticos es una opción que genera bajos consumos de energía, siempre y cuando, sean reutilizadas por el proveedor, se recomienda que aquellos proveedores que hacen uso de cajas de plástico busquen la forma de retornarlas y alargar la vida útil del sistema de embalaje.

El valor de consumo energético registrado debido al almacenamiento en cámaras frigoríficas se ve incrementado notablemente por la ampliación en la oferta de uno de los alimentos, se trata de la manzana. Sería conveniente analizar si realmente la ampliación de la oferta de este producto en tienda durante tantos meses es necesario. Asimismo, el uso de energía renovable en la infraestructura energética, a través de paneles fotovoltaicos colaboraría con la eficiencia energética.

Como señalan Baptista et al. (2012), malas condiciones de almacenamiento y una mala gestión de existencias contribuyen a un aumento de pérdidas y desperdicios en la fase de distribución, por lo que, cuanto mayor sea la cadena de suministro de los alimentos mayor es la probabilidad de experimentar mermas, y más aún cuando se trata de aquellos que requieren de cadena de frío. En el presente estudio solo una pequeña porción requiere de almacenamiento intermedio, y únicamente uno de ellos, los plátanos, hacen uso de cámaras. De cierta manera se está favoreciendo la reducción de mermas al establecer canales cortos y directos finca/ elaboradora – PVP.

Para la reducción de la pérdida de alimentos se recomienda una buena comunicación y cooperación entre todos los actores influyentes en la cadena de suministro, que eviten la sobreproducción o un exceso de oferta. Un mejor etiquetado de alimentos, la mejora de la planificación del consumidor y la inversión en mejoras tecnológicas en envasado y vida útil de los alimentos perecederos son estrategias que contribuyen a la reducción de pérdidas.

El consumidor tiene mucho poder sobre la oferta de alimentos que existe en el punto de venta, en este caso la asociación de consumidores. Por ello, es muy importante el nivel de conocimiento que tienen los asociados en canto al impacto ambiental de lo que consumen.

## **8. Conclusión**

Los Sistemas Agroalimentarios Locales de base Agroecológica han sido propuestos como alternativa al Sistema Agroalimentario Globalizado entre otras razones por el menor consumo de energía en la distribución de los alimentos. Sin embargo, la estrategia de cada SALbA y dentro de cada uno de ellos, la estrategia logística para cada producto puede modificar enormemente el resultado final. En el estudio de caso aquí presentado concluimos que factores como la distancia entre el punto de origen y destino del alimento, el tipo de transporte, la necesidad de almacenamiento en frío y la política de uso y gestión de los embalajes son factores muy influyentes en el resultado final. Reducir el tiempo de almacenaje en frío, aproximar el punto de origen y destino, emplear transporte de mayor capacidad y eficiencia, junto con reducir el uso, reutilizar y disminuir el peso de los embalajes, son estrategias que permiten reducir el coste energético de la distribución de los alimentos.

Otra conclusión de este estudio es que el consumo de temporada o fuera de temporada de los productos frescos tiene un importante impacto en varios de los factores mencionados. En la medida que se amplía el periodo de consumo fuera de temporada del alimento, se incrementan las necesidades de frío, se amplía la distancia de acopio y los embalajes necesarios, y se dificulta de reutilización de los embalajes. En este caso, el único factor que suele mejorar es la eficiencia del transporte empleado. Por tanto, potenciar el consumo de alimentos de temporada entre los socios sería una buena estrategia para reducir el coste energético de la distribución de los alimentos ecológicos en esta Asociación. En general, el caso de estudio analizado tiene criterios de gestión que

le han permitido aumentar la eficiencia energética en la logística de los alimentos que comercializa, aunque en algunos productos es mejorable. Grosso modo, la deficiencia más generalizada se produce en el transporte de los alimentos de cercanía mediante furgoneta. En este aspecto, los gestores de la Asociación junto con los productores deberían explorar otras alternativas más ventajosas.

Por último, señalamos que existen escasos estudios que aborden y examinen, tanto en sistemas convencionales, como alternativos, los impactos biofísicos producidos aguas abajo de la producción de alimentos. Son necesarios más estudios que profundicen en este tema.

## 9. Bibliografía

- Aguilera, E., Guzmán, G., Infante-Amate, J., Soto, D., García-Ruiz, R., Cid, A., Herrera, A., Villa, I., Torremocha, E., Carranza, G. & González de Molina, M. (2015) Embodied energy in agricultural inputs. Incorporating a historical perspective. Sociedad Española de Historia Agraria-Documentos de Trabajo 1507 [www.seha.info](http://www.seha.info). 123 pp
- Aguilera, E., Piñero, P., Infante Amate, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., Sanz Cobeña, A. (2020). *Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España*. Real Academia de Ingeniería. ISBN: 978-84-95662-77-4
- Albrecht, S., Brandstetter, P., Beck, T., Fullana-i-Palmer, P., Gronman, K., Baitz, M., ... Fischer, M. (2013). An extended life cycle analysis of packaging systems for fruit and vegetable transport in Europe. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1549-1568. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0590-4>
- Aranda, A., Zabalza, I., & Scarpellini, S. (2005). Economic and environmental analysis of the wine bottle production in Spain by means of life cycle assessment. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 4(2), 178. <https://doi.org/10.1504/ijarge.2005.007199>
- Baptista, P., Campos, I., Pires, I., Vaz, S., (2012). Do Campo ao Garfo. Desperdício alimentar em Portugal.
- Benis, K., & Ferrão, P. (2017). Potential mitigation of the environmental impacts of food systems through urban and peri-urban agriculture (UPA) – a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 140, 784-795. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.176>
- Bloom, J., & Hinrichs, C. (2011). Moving local food through conventional food system infrastructure: Value chain framework comparisons and insights. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 26(1), 13-23.
- Brandt B. & Pilz H. (2011). Impacto de los envases de plástico en el consumo de energía y las emisiones de gases invernadero a lo largo del ciclo de vida en Europa. Resumen ejecutivo
- Comisión Europea, COM (2020). Estrategia «de la granja a la mesa» para un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente. Comunicación de la Comisión Europea. 381 final, Bruselas, 20.05.2020
- Domouso, P. (2018) *Análisis energético del canal tradicional y del canal ecológico: potencialidades para el salto de escala*. (Trabajo fin de máster. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla)



- Evans J.A., Huet J-M., Reinholdt L., Fikiin K., Zilio C., Houska M., Landfeld A., Bond C., Scheurs M. & van Sambeek T.W.M. (2014). Rendimiento energético del almacenamiento en frío. *2nd IIR International Conference on Sustainability and the Cold Chain*. Vol. 42, No. 471, pp. 3-12
- Garcia-Herrero, I., Hoehn, D., Margallo, M., Laso, J., Bala, A., Batlle-Bayer, L., ... Aldaco, R. (2018). On the estimation of potential food waste reduction to support sustainable production and consumption policies. *Food Policy*, 80, 24-38. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.08.007>
- Gazulla, C., Raugei, M., & Fullana-i-Palmer, P. (2010). Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: where are the bottlenecks? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(4), 330-337. <https://doi.org/10.1007/s11367-010-0173-6>
- González de Molina M, López D & Guzmán G (2017) Politizando el consumo alimentario: estrategias para avanzar en la transición agroecológica. *Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul*, v. 22, n. 2, maio-agosto
- Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, van Otterdijk R. & Meybeck A. (2011) Global food losses and food waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome
- Infante-Amate, J., Aguilera, E., & de Molina, M. G. (2018). Energy transition in Agri-food systems. Structural change, drivers and policy implications (Spain, 1960–2010). *Energy Policy*, 122, 570-579. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.054>
- Infante-Amate, J., Aguilera, E., & de Molina, M.G. (2014). La gran transformación del sector agroalimentario español. Un análisis desde la perspectiva energética (1960-2010). DT-SEHA n. 1403.
- Luchsinger, A. 2020. *Estudio de caso sobre impactos biofísicos en las cadenas de suministro de un sistema agroalimentario local de base agroecológica (SALbA)*. (Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario en Agroecología: Un enfoque para la Sustentabilidad Rural. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla).
- Molina, M., & Guzmán, G. (2020). Distribución de alimentos ecológicos en Sevilla: amplio abanico de estrategias y de eficiencia energética. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.
- Mundler, P., & Rumpus, L. (2012). The energy efficiency of local food systems: A comparison between different modes of distribution. *Food Policy*, 37(6), 609-615. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.07.006>
- Navarro, A., Puig, R., Martí, E., Bala, A., & Fullana-i-Palmer, P. (2018). Tackling the Relevance of Packaging in Life Cycle Assessment of Virgin Olive Oil and the Environmental Consequences of Regulation. *Environmental Management*, 62(2), 277-294. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1021-x>



Nordmark, I. (2015). *Assessment of Local Food Distribution: Challenges and Possibilities for Logistic Development*. (Doctoral Thesis. Swidish University of Agricultural Sciences,Sweden)

Pérez-Neira, D., Grollmus-Venegas, A. (2018). Life-cycle energy assessment and carbon footprint of peri-urban horticulture. A comparative case study of local food systems in Spain. *Landscape and Urban Planning* 172, 60–68

Spielmann, M., Dones, R., Bauer, C., 2007. Life Cycle Inventories of Transport Services. Final report ecoinvent v2.0 No. 14. *Swiss Centre for Life Cycle Inventories*, Dübendorf, CH.

Van Hauwermeiren, A., Coene, H., Engelen, G., & Mathijs, E. (2007). Energy Lifecycle Inputs in Food Systems: A Comparison of Local versus Mainstream Cases. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9(1), 31-51.  
<https://doi.org/10.1080/15239080701254958>

Anexo 1. Información general sobre el punto de venta al público perteneciente a la asociación estudiada

PREGUNTA	UNIDADES	RESPUESTA
Nombre del punto de venta al público	Nombre	
Localización de punto de venta al público	Municipio	
Coordenadas punto de venta al público	Ej. 37.354259, -5.935600	
Tipo de instalación propia de energía renovable	Indicar si es fotovoltaica, ACS solar, eólica, biomasa, otras (especificar)	
Porcentaje del consumo energético que suple la energía propia renovable	%	
Capacidad de la cámara de almacenamiento de frío	m <sup>3</sup>	
Potencia de la cámara de almacenamiento de frío	KW	
Marca y modelo de cámara de frío, si la tiene	Marca - modelo	
Tiene parking propio o público cerca para los clientes	Indicar si o no	
Si reparte a domicilio del consumidor: Modo más frecuente de reparto del producto a casa del consumidor	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar) / %	
Si reparte a domicilio del consumidor: 2º modo más frecuente de reparto del producto a casa del consumidor	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar) / %	
Marca y modelo del vehículo de reparto 1	Marca - modelo	
Tipo de combustible del vehículo de reparto 1	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
¿Está refrigerado el vehículo de reparto 1?	Indicar si o no	
Marca y modelo del vehículo de reparto 2	Marca - modelo	
Tipo de combustible del vehículo de reparto 2	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
¿Está refrigerado el vehículo de reparto 2?	Indicar si o no	

Anexo 2. Cuestionario realizado a productores/as de la asociación, para etapa de Punto de Venta al consumidor

PREGUNTA	UNIDADES	Proveedor N° n de producto x
Nombre del proveedor del producto	-	
¿qué porcentaje provee del total? (100% si es proveedor único)	%	
Mes de inicio del suministro de este producto de este proveedor	Enero - Diciembre	
Mes de fin del suministro de este producto de este proveedor	Enero - Diciembre	
¿Cada cuánto tiempo recibe un envío de este proveedor?	Número de días	
Cantidad que recibe por envío	kg	
Periodo de tiempo medio que mantiene el producto en cámara	Número de semanas	
% de merma (producto que no se vende)	%	
¿Qué se hace con el producto/residuos que no se vende?	Indicar contenedor de basura municipal, compostaje en instalación propia/externa, alimentación animal, quema libre, quema para generar energía, otros (especificar)	
Casilla para explicar dónde y cómo se traslada y se procesa el residuo (salvo que se tire al contenedor de la basura)	-	
Tipo de envase de venta al público del producto	Indicar material: papel, cartón, plástico, vidrio, otros (especificar)	
Si el envase es de plástico, anotar el número que está dentro del triángulo	1 – 7, PP, etc.	
Capacidad del envase de venta al público	kg/unidad	
Envase de venta al público del conjunto de productos que se llevan los consumidores	%	
Tipo de envase del producto que no va hacia el público (ej: envase de los graneles)	Indicar material: papel, cartón, plástico, vidrio, otros (especificar)	
Gestión del envase en el que llega el producto, si no pasa al consumidor (ej: envase de los graneles)	Reciclaje, reutilización, quema, al contenedor de basura municipal, etc.	

Anexo 3. Cuestionario realizado en punto de almacenamiento previo al punto final

PREGUNTA	UNIDADES	Proveedor n de producto x
Localización de este punto 2 (previo al PVP)	Municipio	
Datos de contacto	Teléfono/email	
Capacidad de la cámara de almacenamiento de frío	m <sup>3</sup>	
Potencia de la cámara de almacenamiento de frío	KW	
Tipo de instalación propia de energía renovable, si la tiene	Indicar si es fotovoltaica, ACS solar, eólica, biomasa, otras (especificar)	
Porcentaje del consumo energético que suple la energía propia renovable	%	
Distancia recorrida por viaje de almacén a punto de venta final	km	
Periodo de tiempo medio que mantiene el producto en cámara	Días	
% producto que se echa a perder en la cámara o se tira (% que no se vende)	%	
¿Qué se hace con el producto/residuos que no se vende?	Indicar contenedor de basura municipal, compostaje en instalación propia/externa, alimentación animal, quema libre, quema para generar energía, otros (especificar)	
Casilla para explicar dónde y cómo se traslada y se procesa el residuo (salvo que se tire al contenedor de la basura)	Relatar	
Modo habitual de transporte del producto al destino final (PVP)	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar)	
Marca y modelo del vehículo de transporte	Marca-modelo	
Tipo de combustible del medio de transporte	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
Capacidad del medio de transporte	m <sup>3</sup>	
¿Está refrigerado el medio de transporte?	Indicar si o no	
Tipo de envase individual en el que se traslada al destino final (puede ser o no el mismo envase de venta al público)	Indicar material: papel, cartón, plástico, vidrio, otros (especificar)	

Anexo 3. Cuestionario realizado en punto de almacenamiento previo al punto final (continuación)

Si el envase individual es de plástico anotar el número que está dentro del triángulo	1 – 7, PP, etc.	
Capacidad del envase individual	kg/unidad	
Forma de empacado de los envases individuales	Relatar	
Gestión del envase en el que llega a destino (si es devuelto a este punto de almacenamiento)	Relatar	
Nombre del proveedor más importante (Punto 3 o 4: agricultor)	Nombre(s)	
Dado que si es distribuidora tendrá muchos proveedores, anotar aquí los 3 proveedores más importantes, localización y % que les surte)	Relatar	
Mes de inicio del suministro de este producto de este proveedor (punto 3 o 4)	Enero - Diciembre	
Mes de fin del suministro de este producto de este proveedor (punto 3 o 4)	Enero - Diciembre	
¿Cada cuánto tiempo recibe un envío del proveedor intermedio o agricultor en su caso?	Días	
Cantidad que recibe por envío	kg	

Anexo 4. Cuestionario correspondiente al punto de almacenamiento intermedio

PREGUNTA	UNIDADES	Proveedor N° n de producto x
Localización del almacén intermedio (Punto 3) desde donde proviene mayoritariamente el producto que pasa al punto 2	Municipio	
Datos de contacto	Teléfono/email	
Capacidad de la cámara de almacenamiento de frío	m <sup>3</sup>	
Potencia de la cámara de almacenamiento de frío	KW	
Tipo de instalación propia de energía renovable, si la tiene	Indicar si es fotovoltaica, ACS solar, eólica, biomasa, otras (especificar)	
Porcentaje del consumo energético que suplente la energía propia renovable	%	
Distancia recorrida por viaje de almacén intermedio al almacén previo	km	
Periodo de tiempo medio que mantiene el producto en cámara	Días	
% producto que se echa a perder en la cámara o se tira (% que no se vende)	%	
¿Qué se hace con el producto/residuos que no se vende?	Indicar contenedor de basura municipal, compostaje en instalación propia/externa, alimentación animal, quema libre, quema para generar energía, otros (especificar)	
Casilla para explicar dónde y cómo se traslada y se procesa el residuo (salvo que se tire al contenedor de la basura)	Relatar	
Modo habitual de transporte del producto a almacén siguiente (Punto 2)	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar)	
Marca y modelo del vehículo de transporte	Marca-modelo	
Tipo de combustible del medio de transporte	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
Capacidad del medio de transporte	m <sup>3</sup>	
¿Está refrigerado el medio de transporte?	Indicar si o no	
Tipo de envase individual en el que se traslada al punto 2 (puede ser o no el mismo envase de venta al público)	Indicar material: papel, cartón, plástico, vidrio, otros (especificar)	
Si el envase es de plástico anotar el número que está dentro del triángulo	Número	

Anexo 4. Cuestionario correspondiente al punto de almacenamiento intermedio (continuación)

Si el envase es de plástico anotar el número que está dentro del triángulo	Número	
Capacidad del envase individual	kg/unidad	
Forma de empacado de los envases individuales	Relatar	
Gestión del envase en el que llega a destino (si es devuelto a este punto)	Relatar	
Nombre del proveedor más importante (agricultor)	Nombre	
Si tiene varios proveedores, anotar aquí los 3 proveedores más importantes, localización y % que les surte	Relatar	
Mes de inicio del suministro de este producto desde el proveedor	Enero - Diciembre	
Mes de fin del suministro de este producto desde el proveedor	Enero - Diciembre	

## Anexo 5. Finca de producción

PREGUNTA	UNIDADES	Proveedor N° n de alimento x
Localización de finca de cultivo (pueblo)	Municipio	
Distancia recorrida por viaje de almacén a punto de venta final	km	
Nombre del proveedor del producto	Nombre	
Mes de inicio de comercialización de este producto	Enero - Diciembre	
Mes de fin de comercialización de este producto	Enero - Diciembre	
Cantidad que comercializa a través del almacén de acopio (si corresponde)	Toneladas/año	
Frecuencia de transporte ¿Cada cuánto transporta el producto al almacén de acopio (puntos 3 o 2 según caso)?	Días	
¿Cantidad que transporta en cada viaje?	kg	
Modo habitual de transporte del producto a almacén siguiente	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar)	
Marca y modelo del vehículo de transporte		
Tipo de combustible del medio de transporte	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
Capacidad del medio de transporte	m <sup>3</sup>	
¿Está refrigerado el medio de transporte?	Indicar si o no	
Tipo de envase en el que lo lleva al almacén (puntos 3 o 2 según caso)	Indicar material: papel, cartón, plástico, vidrio, otros (especificar)	
Capacidad del envase	kg/unidad	
Gestión del envase en el que llega a destino (si es devuelto a este punto de almacenamiento)	Reciclaje, reutilización, quema, otros (especificar)	
% de producto que queda en finca por no ser comercializable	%	
¿Qué se hace con el producto que no se vende?	Indicar contenedor de basura municipal, compostaje en instalación propia/externa, alimentación animal, quema libre, quema para generar energía, otros (especificar)	
Casilla para explicar dónde y cómo se traslada y se procesa el residuo (incluido que se deje en el suelo)	Relatar	



## Anexo 6. Respuestas a cuestionario sobre preguntas generales de la asociación

PREGUNTA	UNIDADES	RESPUESTA
Nombre del punto de venta al público	Nombre	Confidencial
Localización de punto de venta al público	Municipio	Confidencial
Coordenadas punto de venta al público	Ej. 37.354259, -5.935600	Confidencial
Tipo de instalación propia de energía renovable	Indicar si es fotovoltaica, ACS solar, eólica, biomasa, otras (especificar)	Otras
Porcentaje del consumo energético que suplente la energía propia renovable	%	No tiene instalación propia de energía renovable
Capacidad de la cámara de almacenamiento de frío	m <sup>3</sup>	103
Potencia de la cámara de almacenamiento de frío	KW	3 y 5
Tiene parking propio o público cerca para los clientes	Indicar si o no	No
Si reparte a domicilio del consumidor: Modo más frecuente de reparto del producto a casa del consumidor	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar) / %	
Si reparte a domicilio del consumidor: 2º modo más frecuente de reparto del producto a casa del consumidor	Indicar si es camión, furgoneta, tren, barco, moto, bicicleta, otro (especificar) / %	
Marca y modelo del vehículo de reparto 1	Marca - modelo	
Tipo de combustible del vehículo de reparto 1	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
¿Está refrigerado el vehículo de reparto 1?	Indicar si o no	
Marca y modelo del vehículo de reparto 2	Marca - modelo	
Tipo de combustible del vehículo de reparto 2	Indicar si es gasolina, gasoil, híbrido, eléctrico, no aplicable (bicicleta) u otros (especificar)	
¿Está refrigerado el vehículo de reparto 2?	Indicar si o no	